This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Compte rendu

Association française pour l'avancement des sciences

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ASSOCIATION

FRANÇAISE

POUR

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

Digitized by Google

Une table des matières est jointe à chacun des volumes du Compte Rendu des travaux de l'Association Française en 1894.

Une table analytique *générale* par ordre alphabétique termine la 2me partie; dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p* se rapportent aux pages de la 1re partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent aux pages de la 2me partie.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 25494-11-94.

Digitized by Google

ASSOCIATION
FRANÇAISE
POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

FUSIONNÉE AVEC

L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE FRANCE

(Fondée par Le Verrier en 1864)

Reconnues d'utilité publique

COMPTE RENDU DE LA 23me SESSION

CAEN
1894

SECONDE PARTIE
NOTES ET MÉMOIRES

PARIS
AU SECRÉTARIAT DE L'ASSOCIATION
28, rue Serpente (Hôtel des Sociétés savantes)
ET CHEZ M. G. MASSON, LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, boulevard Saint-Germain.

1895

Digitized by Google

BOSTON MEDICAL
DEC 10 1896
LIBRARY.

CATALOGUED
DEC 10 1896
E. H. B.

Digitized by Google

LONDON MEDICAL LIBRARY

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NOTES ET MÉMOIRES

M. FONTANEAU

Ancien officier de marine, à Limoges.

SUR L'ÉQUILIBRE D'ÉLASTICITÉ DES CORPS ISOTROPES [T 2 a]

— Séance du 10 août 1896 —

1. — Le procédé que j'ai indiqué pour déterminer les conditions de l'équilibre d'élasticité d'un corps ellipsoïdal semble dépendre des propriétés spéciales du système des coordonnées elliptiques. Il est cependant à présumer qu'il pourrait être appliqué avec quelques modifications à tous les corps ou du moins à ceux dont la surface peut appartenir à un groupe de trois surfaces orthogonales. Mais il serait difficile de justifier cette assertion par des considérations générales, à cause de l'état d'imperfection où, malgré d'importants travaux, est encore actuellement la théorie des coordonnées curvilignes.

Dans ces circonstances, je ne crois pas inutile de montrer, aussi brièvement que possible, comment on pourrait traiter par des principes analogues le problème de l'équilibre d'élasticité d'une couche sphérique. On ne retrouve plus ici les conditions d'où dépend le succès du calcul employé pour l'ellipsoïde, il convient donc de montrer comment il doit être modifié pour assurer l'application de la méthode.

Digitized by Google

Les conditions à la surface auxquelles il faut alors satisfaire sont :

$$(1)\quad \begin{cases} F = \lambda\theta + 2\mu\left[\sin\delta\cos\psi\dfrac{d\Omega_1}{d\rho} + \sin\delta\sin\psi\dfrac{d\Omega_2}{d\rho} + \cos\delta\dfrac{d\Omega_3}{d\rho}\right] \\ \qquad\qquad - \dfrac{(\lambda+\mu)\mu}{\lambda+2\mu}\dfrac{d^2P}{d\rho^2} \\ G = \mu\left[\rho\cos\delta\cos\psi\dfrac{d\Omega_1}{d\rho} + \sin\delta\cos\psi\dfrac{d\Omega_1}{d\delta} + \rho\cos\delta\sin\psi\dfrac{d\Omega_2}{d\rho}\right. \\ \left. + \sin\delta\sin\psi\dfrac{d\Omega_2}{d\delta} - \rho\sin\delta\dfrac{d\Omega_3}{d\rho} + \cos\delta\dfrac{d\Omega_3}{d\delta}\right] - \dfrac{(\lambda+\mu)\mu}{\lambda+2\mu}\dfrac{d^2P}{d\rho d\delta} \\ H = \mu\left[-\rho\sin\delta\sin\psi\dfrac{d\Omega_1}{d\rho} + \sin\delta\cos\psi\dfrac{d\Omega_1}{d\psi} + \rho\sin\delta\cos\psi\dfrac{d\Omega_2}{d\rho}\right. \\ \left. + \sin\delta\sin\psi\dfrac{d\Omega_2}{d\psi} + \cos\delta\dfrac{d\Omega_3}{d\psi}\right] - \dfrac{(\lambda+\mu)\mu}{\lambda+2\mu}\dfrac{d^2P}{d\rho d\psi} \end{cases}$$

Ici je suppose que l'on ait :

$$P = x\Omega_1 + y\Omega_2 + z\Omega_3 + K;$$

et comme en désignant par X, Y, Z les composantes suivant les axes des coordonnées rectangulaires, de la force appliquée au point (x, y, z) de la surface du corps élastique, les premiers membres des équations (1) sont donnés par les égalités :

$$(2)\quad \begin{cases} F = \sin\delta\cos\psi X + \sin\delta\sin\psi Y + \cos\delta Z \\ G = \rho\cos\delta\cos\psi X + \rho\cos\delta\sin\psi Y - \rho\sin\delta Z \\ H = -\rho\sin\delta\sin\psi X + \rho\sin\delta\cos\psi Y, \end{cases}$$

il résulte des deux dernières équations (1) la suivante :

$$(3)\quad \begin{cases} \cos\delta\cos\psi\left[R\dfrac{dX}{d\psi} - (v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\psi}\right] + \sin\delta\sin\psi\left[R\dfrac{dX}{d\delta} - (v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\delta}\right] \\ + \cos\delta\sin\psi\left[R\dfrac{dY}{d\psi} - (v-1)\dfrac{d\Omega_2}{d\psi}\right] - \sin\delta\cos\psi\left[R\dfrac{dY}{d\delta} - (v-1)\dfrac{d\Omega_2}{d\delta}\right] \\ \qquad - \sin\delta\left[R\dfrac{dZ}{d\psi} - (v-1)\dfrac{d\Omega_2}{d\psi}\right] = 0 \end{cases}$$

qui doit avoir lieu pour des fonctions potentielles de degré v sur l'une quelconque des surfaces, dont le rayon est R, de la couche sphérique.

2. — Si l'on conçoit que X, Y, Z aient été développées sur l'une et l'autre des surfaces limites en fonctions sphériques et qu'on ait, par exemple :

$$X = S_0 + S_1 + S_2 + \ldots + S_v + \ldots \text{ sur la sphère de rayon R,}$$
$$X' = S'_0 + S'_1 + S'_2 + \ldots + S'_v + \ldots \text{ sur la sphère de rayon } r,$$

Digitized by Google

on substituera, dans la relation (3), à X d'abord S_v, puis S'_v et en même temps r à R, et se bornant à écrire ce qui concerne X et X', on devra satisfaire aux deux égalités :

$$(4)\quad \begin{cases} \cos\delta\cos\psi\left[R\dfrac{dS_v}{d\psi}-(v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\psi}+(v+2)\dfrac{d\omega_1}{d\psi}\right] \\ +\sin\delta\sin\psi\left[R\dfrac{dS_v}{d\delta}-(v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\delta}+(v+2)\dfrac{d\omega_1}{d\delta}\right]+\text{etc.}=0 \\ \cos\delta\cos\psi\left[r\dfrac{dS'_v}{d\psi}-(v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\psi}+(v+2)\dfrac{d\omega_1}{d\psi}\right] \\ +\sin\delta\sin\psi\left[r\dfrac{dS'_v}{d\delta}-(v-1)\dfrac{d\Omega_1}{d\delta}+(v+2)\dfrac{d\omega_1}{d\delta}\right]+\text{etc.}=0 \end{cases}$$

Ces deux équations se déduisent immédiatement de la relation (3), si l'on observe que toute fonction sphérique S_v provient, en général, de deux fonctions potentielles Ω_1 et ω_1 de degrés respectifs v et $-(v+1)$. Pour les vérifier, je pose :

$$\Omega_1=\left[M_v\omega_v-m_v\omega'_v\right]\rho^v \qquad \omega_1=\left[n_{v+1}\omega'_v-N_{v+1}\omega^v\right]\cdot\frac{1}{\rho^{v+1}}$$

où ω_v et ω'_v désignent des fonctions sphériques à déterminer et les constantes ont pour expressions :

$$M_v=\frac{R^{v+1}}{R^{2v+1}-r^{2v+1}} \qquad N_{v+1}=\frac{R^{v+1}\,r^{2v+1}}{R^{2v+1}-r^{2v+1}}$$

$$m_v=\frac{r^{v+1}}{R^{2v+1}-r^{2v+1}} \qquad n_{v+1}=\frac{r^{v+1}\,R^{2v+1}}{R^{2v+1}-r^{2v+1}},$$

et on aura, pour déterminer ω_v et ω'_v, les deux équations :

$$(5)\quad \begin{cases} RS_v=(v-1)R^v\left[M_v\omega_v-m_v\omega'_v\right]-(v+2)\left[n_{v+1}\omega'_v-N_{v+1}\omega_v\right]\dfrac{1}{R^{v+1}} \\ rS'_v=(v-1)\,r^v\left[M_v\omega_v-m_v\omega'_v\right]-(v+2)\left[n_{v+1}\omega'_v-N_{v+1}\omega_v\right]\dfrac{1}{r^{v+1}} \end{cases}$$

qui doivent avoir lieu pour toutes les valeurs de v, depuis zéro jusqu'à l'infini.

On opérera ensuite de la même manière en ce qui concerne Ω_2 et Y, puis Ω_3 et Z.

L'équation (3) est la condition d'intégrabilité qui permet d'obtenir $\dfrac{dP}{d\rho}$

Digitized by Google

et par suite $\frac{dK}{d\rho}$ au moyen des deux dernières équations (1); ainsi il sera toujours facile, en faisant usage de la principale propriété des équations différentielles linéaires, de ramener la solution des équations (1), au cas où l'on aurait $G = 0$, $H = 0$; c'est sous cette forme que je vais maintenant les considérer.

3. — On peut, sans nuire à leur généralité, y faire en outre, $\Omega_3 = 0$ ou, ce qui revient au même, poser :

$$P = x\Omega_1 + y\Omega_2 + K.$$

C'est ce dont on s'assure aisément, si l'on réfléchit que pour intégrer les équations :

$$(6)\quad \left\{ \begin{array}{l} \mu\Delta^2 u + (\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dx} = 0 \qquad \mu\Delta^2 v + (\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dy} = 0 \\ \qquad\qquad \mu\Delta^2 w + (\lambda + \mu)\frac{d\theta}{dz} = 0, \end{array} \right.$$

on exprimera les composantes de rotation avec toute la généralité désirable, en posant :

$$2\rho_1 = \frac{dw}{dy} - \frac{dv}{dz} = -\frac{d\Omega_2}{dz} \qquad 2\rho_2 = \frac{du}{dz} - \frac{dw}{dx} = \frac{d\Omega_1}{dz}$$

$$2\rho_3 = \frac{dv}{dx} - \frac{du}{dy} = \frac{d\Omega_2}{dx} - \frac{d\Omega_1}{dy} + \frac{d\omega}{dx};$$

on en déduit :

$$\theta = \frac{\mu}{\lambda + 2\mu}\left[\frac{d\Omega_1}{dx} + \frac{d\Omega_2}{dy} + \frac{d\omega}{dy}\right].$$

Ces relations équivalent aux équations (6) et peuvent leur être substituées, il suffit donc de trouver des formules d'intégration qui les vérifient, et comme ω désigne une fonction potentielle à deux variables x, y que l'on peut réunir à Ω_2, il n'est pas difficile de conclure qu'il n'y a pas d'inconvénient à restreindre comme il vient d'être indiqué la trop grande généralité de P.

Cela posé et en considérant sous leur forme réduite les équations (1), il faut y joindre la suivante :

$$(7)\quad \left\{ \begin{array}{l} \cos\delta\cos\psi\frac{d\Omega_1}{d\psi} + \sin\delta\sin\psi\frac{d\Omega_1}{d\delta} + \cos\delta\sin\psi\frac{d\Omega_2}{d\psi} \\ \qquad\qquad - \sin\delta\cos\psi\frac{d\Omega_2}{d\delta} = 0 \end{array} \right.$$

Digitized by Google

qui résulte de (3), lorsqu'on suppose $\Omega_3 = 0$, $G = 0$, $H = 0$. Il est clair qu'on doit pouvoir y satisfaire par des fonctions sphériques d'ordre v quelconque et qu'à raison du principe de Laplace sur le développement en fonctions sphériques des fonctions à deux variables, on peut se dispenser d'avoir égard aux autres modes de solution dont cette équation est susceptible. Or, le caractère le plus général des fonctions sphériques et même de toutes les potentielles de surfaces est, d'après Lamé, que les variables y sont séparées.

Je supposerai donc que, dans l'équation (7), on pose :

$$\Omega_1 = \rho^v P_1 T_1 \qquad\qquad \Omega_2 = \rho^v P_2 T_2,$$

où les P ne dépendent que de ψ et les T de δ. Par suite, elle devient :

$$(8) \qquad \frac{T_1}{T_2} \cdot \frac{1}{P_1} \frac{dP_1}{d\psi} + \frac{\operatorname{tg}\delta \frac{dT_1}{d\delta}}{T_2} \cdot \operatorname{tg}\psi \frac{P_1}{P_2} + \frac{\operatorname{tg}\psi}{P_2} \frac{dP_2}{d\psi} + \frac{\operatorname{tg}\delta}{T_2} \frac{dT_2}{d\delta}$$

et en la différentiant successivement par rapport à v et à ψ, on obtient :

$$(9) \qquad \frac{d}{d\delta}\left(\frac{T_1}{T_2}\right) \cdot \frac{d}{d\psi} \frac{d}{d\delta}\left(\frac{1}{P_1} \frac{dP_1}{d\psi}\right) + \frac{d}{d\delta}\left(\frac{\operatorname{tg}\delta \frac{dT_1}{d\delta}}{T_2}\right) \frac{d}{d\psi}\left(\operatorname{tg}\psi \frac{P_1}{P_2}\right) = 0,$$

relation à deux termes qui sert de point de départ pour la recherche des conditions auxquelles doivent satisfaire les fonctions P et T. Je n'entrerai pas dans le détail de cette étude qui n'offre pas de difficulté et je me borne à en donner la conclusion.

Il y a, pour les fonctions P et T, deux systèmes différents de valeurs.

En premier lieu, on peut poser :

$$(10) \qquad P_1 = mb \cos\psi \qquad P_2 = ma \sin\psi \qquad bT_1 = aT_2 - T$$

et la fonction T doit vérifier l'équation aux dérivées partielles :

$$(11) \qquad \sin^2\delta \frac{d^2T}{d\delta^2} + \sin\delta \cos\delta \frac{dT}{d\delta} + \left[v(v+1)\sin^2\delta - 1\right] T.$$

En second lieu, on a :

$$T_1 = T_2 = \sin^v\delta \quad P_1 = A[\cos v\psi + k \sin v\psi] \quad P_2 = B[\sin v\psi - k \cos v\psi]$$

et pour plus de symétrie, en posant :

$$k = -\frac{\sin\psi'}{\cos\psi'} \qquad A = A_v \cos\psi' \qquad B = B_v \cos\psi'$$

Digitized by Google

lorsque les fonctions potentielles sont de degrés positifs :

$$(12)\quad \Omega_1 = A_v\rho^v \cos(v\psi + \psi')\sin^v\delta \quad \Omega_2 = -A_v\rho^v \sin(v\psi + \psi')\sin^v\delta$$

et lorsqu'elles sont de degrés négatifs :

$$(13)\quad \Omega_1 = B_{v+1}\frac{\cos\left[(v+1)\psi + \psi'\right]}{\rho^{v+1}\sin^{v+1}\delta} \quad \Omega_2 = B_{v+1}\frac{\sin\left[(v+1)\psi + \psi'\right]}{\rho^{v+1}\sin^{v+1}\delta}$$

Mais, on constate une différence essentielle entre ces deux modes de solutions ; tandis que le premier donné par les formules (10) et (11) ne se distingue par aucun caractère spécial, il y a lieu d'observer pour le second que les fonctions potentielles (12) et (13) n'influent ni sur la dilatation cubique du corps élastique, ni sur les composantes de la rotation élémentaire qui se produit pendant sa déformation, en l'un quelconque de ses points. On déduit, en effet, de ces dernières formules :

$$\frac{d\Omega_1}{dx} + \frac{d\Omega_2}{dy} = 0 \qquad \frac{d\Omega_2}{dx} - \frac{d\Omega_1}{dy} = 0 \qquad -\frac{d\Omega_2}{dz} = 0 \qquad \frac{d\Omega_1}{dz} = 0$$

et, en se bornant pour abréger aux fonctions potentielles de degrés positifs :

$$u = \frac{\lambda + 3\mu}{2(\lambda + 2\mu)}\Omega_1 - \frac{\lambda + \mu}{2(\lambda + 2\mu)}\left[x\frac{d\Omega_1}{dx} + y\frac{d\Omega_2}{dx}\right] = \frac{dK}{dx} \qquad v = \frac{dK}{dy}$$

$$K = \frac{\lambda + 3\mu - (\lambda + \mu)v}{2(\lambda + 2\mu)(v+1)}A_v\rho^{v+1}\sin^{v+1}\delta\cos\left[(v+1)\psi + \psi'\right]$$

4. — D'après cela, si l'on revient aux équations (1) et qu'on y suppose $\Omega_3 = 0$, $G = 0$, $H = 0$, on en déduit :

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned}
\frac{dF}{d\delta} &= \lambda\frac{d\theta}{d\delta} + \mu\Big[\cos\delta\cos\psi\frac{d\Omega_1}{d\rho} + \sin\delta\cos\psi\frac{d^2\Omega_1}{d\rho d\delta} \\
&- \rho\cos\delta\cos\psi\frac{d^2\Omega_1}{d\rho^2} + \cos\delta\sin\psi\frac{d\Omega_2}{d\rho} + \sin\delta\sin\psi\frac{d^2\Omega_2}{d\rho d\delta} \\
&- \rho\cos\delta\sin\psi\frac{d^2\Omega_2}{d\rho^2}\Big] \\
\frac{dF}{d\psi} &= \lambda\frac{d\theta}{d\psi} + \mu\Big[-\sin\delta\sin\psi\frac{d\Omega_1}{d\rho} + \sin\delta\cos\psi\frac{d^2\Omega_1}{d\rho d\psi} \\
&+ \rho\sin\delta\sin\psi\frac{d^2\Omega_1}{d\rho^2} + \sin\delta\cos\psi\frac{d\Omega_2}{d\rho} + \sin\delta\sin\psi\frac{d^2\Omega_2}{d\rho d\psi} \\
&- \rho\sin\delta\cos\psi\frac{d^2\Omega_2}{d\rho^2}\Big]
\end{aligned}\right.$$

et conformément à l'observation qui vient d'être faite, il ne doit figurer

Digitized by Google

dans les seconds membres de ces équations que les fonctions potentielles de la forme :

$$\Omega_1 = m\rho^v \cos\psi\, T \qquad \Omega_2 = m\rho^v \sin\psi\, T$$

Par suite, la première des équations (14) devient :

$$\frac{dF}{d\delta} = \frac{\lambda\mu}{\lambda+2\mu} m\rho^{v-1}\left[\frac{v\sin^2\delta - 1}{\sin^2\delta}\cos\delta\, T + \frac{v\sin^2\delta + \cos^2\delta}{\sin\delta}\frac{dT}{d\delta}\right.$$
$$\left. + \cos\delta\frac{d^2T}{d\delta^2}\right] + \mu m\rho^{v-1}\left[v\sin\delta\frac{dT}{d\delta} - v(v-2)\cos\delta T\right]$$

et en ayant égard à l'équation (11) :

$$(15)\left\{\begin{aligned} \frac{dF}{d\delta} &= \frac{\lambda\mu}{\lambda+2\mu} m\rho^{v-1}\left[v\sin\delta\frac{dT}{d\delta} - v^2\cos\delta\, T\right] \\ &+ \mu m\rho^{v-1}\left[v\sin\delta\frac{dT}{d\delta} - v(v-2)\cos\delta\, T\right]\end{aligned}\right.$$

Quant à la seconde, elle se réduit à :

$$\frac{dF}{d\psi} = 0$$

et devra se vérifier en vertu des données de la question et du calcul employé pour faire disparaître G et H des équations (1).

La relation (15) subsiste donc seule ; elle ne contient d'autre variable que δ et quand on aura substitué dans son second membre, à T ses valeurs déduites de l'équation (11) pour les valeurs successives de v, il n'y aura pas de difficulté sérieuse à rendre identiques les deux membres tant pour l'une que pour l'autre des surfaces limites. On pourra donc obtenir pour Ω_1 et Ω_2 les fonctions potentielles que réclame la question ; substituées dans les équations (1), elles les rendront intégrables ; cette intégration fera connaître $\frac{dP}{d\rho}$ et on en déduira $\frac{dK}{d\rho}$, puis $\frac{dK}{dx}$, $\frac{dK}{dy}$, $\frac{dK}{dz}$ qui sont les seules inconnues dont la détermination soit nécessaire.

5. — Aux problèmes que j'ai traités jusqu'ici se rattachent, comme on peut le voir dans les leçons sur l'élasticité de M. Poincaré, ceux qui ont trait aux petits mouvements des corps élastiques ; je ne crois donc pas inutile de montrer comment on pourrait appliquer à ces derniers les procédés dont j'ai montré l'usage pour résoudre les premiers. L'intégration générale des équations :

$$(16)\left\{\begin{aligned} &\varepsilon\frac{d^2u}{dt^2} = \mu\Delta^2 u + (\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dx} + \varepsilon X \quad \varepsilon\frac{d^2v}{dt^2} = \mu\Delta^2 v + (\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dy} + \varepsilon Y \\ &\varepsilon\frac{d^2w}{dt^2} = \mu\Delta^2 w + (\lambda+\mu)\frac{d\theta}{dz} + \varepsilon Z\end{aligned}\right.$$

Digitized by Google

a été attribuée par leurs compatriotes respectifs à Stokes et à Clebsch alors que ces géomètres n'ont fait que reproduire avec de légères modifications la méthode de Poisson exposée par E. Mathieu dans ses *Leçons sur l'élasticité* [VII, 4] et que l'on trouve aussi dans le premier volume de l'*Histoire de l'élasticité*, par Todhunter [art. 523, page 273]. On me permettra de présenter ici, pour le même objet, des formules un peu différentes.

Si, dans les équations (16), on suppose d'abord $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$, on a :

$$(17)\quad \left\{\begin{aligned} u &= \varepsilon \frac{d^2\Omega_1}{dt^2} - \mu \frac{d\tau}{dx} + \frac{d\Pi}{dx} \\ v &= \varepsilon \frac{d^2\Omega_2}{dt^2} - \mu \frac{d\tau}{dy} + \frac{d\Pi}{dy} \\ w &= \varepsilon \frac{d^2\Omega_3}{dt^2} - \mu \frac{d\tau}{dz} + \frac{d\Pi}{dz} \end{aligned}\right. \qquad \tau = \frac{d\Omega_1}{dx} + \frac{d\Omega_2}{dy} + \frac{d\Omega_3}{dz}$$

où on doit prendre pour Ω_1, Ω_2 et Ω_3 des fonctions qui vérifient l'équation aux dérivées partielles

$$(18)\qquad \varepsilon \frac{d^2\Omega}{dt^2} - \mu\Delta^2\Omega = 0$$

et pour Π une solution de l'équation :

$$(19)\qquad \varepsilon \frac{d^2\Pi}{dt^2} - (\lambda + 2\mu)\Delta^2\Pi = 0.$$

Mais dans le cas général où X, Y, Z sont des fonctions données de x, y, z, t, on déterminera les fonctions qui entrent dans les formules (17), en procédant comme il suit. Je pose :

$$(20)\quad \left\{\begin{aligned} &\varepsilon \frac{d^2\Omega_1}{dt^2} - \mu\Delta^2\Omega_1 = T_1 \qquad \varepsilon \frac{d^2\Omega_2}{dt^2} - \mu\Delta^2\Omega_2 = T_2 \\ &\varepsilon \frac{d^2\Omega_3}{dt^2} - \mu\Delta^2\Omega_3 = T_3 \end{aligned}\right.$$

et il en résulte, comme aussi des égalités (17) :

$$(21)\quad \left\{\begin{aligned} \theta &= \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} \\ &= \varepsilon \frac{d^2\tau}{dt^2} - \mu\Delta^2\tau + \Delta^2\Pi = \frac{dT_1}{dx} + \frac{dT_2}{dy} + \frac{dT_3}{dz} + \Delta^2\Pi. \end{aligned}\right.$$

Digitized by Google

D'après cela, et en vertu des équations (16), il vient :

$$(22)\left\{\begin{aligned}
&\varepsilon\frac{d^2T_1}{dt^2}-(\lambda+2\mu)\frac{d}{dx}\left[\frac{dT_1}{dx}+\frac{dT_2}{dy}+\frac{dT_3}{dz}\right]+\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}\frac{d\Pi}{dx}\\
&\qquad-(\lambda+2\mu)\Delta^2\frac{d\Pi}{dx}=\varepsilon X\\
&\varepsilon\frac{d^2T_2}{dt^2}-(\lambda+2\mu)\frac{d}{dy}\left[\frac{dT_1}{dx}+\frac{dT_2}{dy}+\frac{dT_3}{dz}\right]+\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}\frac{d\Pi}{dy}\\
&\qquad-(\lambda+2\mu)\Delta^2\frac{d\Pi}{dy}=\varepsilon Y\\
&\varepsilon\frac{d^2T_3}{dt^2}-(\lambda+2\mu)\frac{d}{dz}\left[\frac{dT_1}{dx}+\frac{dT_2}{dy}+\frac{dT_3}{dz}\right]+\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}\frac{d\Pi}{dz}\\
&\qquad-(\lambda+2\mu)\Delta^2\frac{d\Pi}{dz}=\varepsilon Z
\end{aligned}\right.$$

auxquelles on peut satisfaire en posant :

$$(23)\quad T_1=\int\int Xdt^2+\frac{dT}{dx}\quad T_2=\int\int Ydt^2+\frac{dT}{dy}\quad T_3=\int\int Zdt^2+\frac{dT}{dz}.$$

Si l'on substitue ces expressions dans la première des équations (22), il vient :

$$\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}\frac{dT}{dx}-(\lambda+2\mu)\Delta^2\frac{dT}{dx}+\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}\frac{d\Pi}{dx}-(\lambda+2\mu)\Delta^2\frac{d\Pi}{dx}$$
$$=(\lambda+2\mu)\int\int\frac{d}{dx}\left[\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right]dt^2$$

et les autres conduiraient à des résultats analogues. Par suite, il suffit que les fonctions T et Π vérifient simultanément la relation

$$(24)\left\{\begin{aligned}
&\varepsilon\frac{d^2}{dt^2}(\Pi+T)-(\lambda+2\mu)\Delta^2(\Pi+T)\\
&=(\lambda+2\mu)\int\int\left[\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right]dt^2
\end{aligned}\right.$$

Mais on peut aussi, sans nuire à la généralité des résultats, faire abstraction de T, et on obtient ainsi les formules plus simples :

$$(25)\left\{\begin{aligned}
&\varepsilon\frac{d^2\Omega_1}{dt^2}-\mu\Delta^2\Omega_1=\int\int Xdt^2\quad \varepsilon\frac{d^2\Omega_2}{dt^2}-\mu\Delta^2\Omega_2=\int\int Ydt^2\\
&\varepsilon\frac{d^2\Omega_3}{dt^2}-\mu\Delta^2\Omega_3=\int\int Zdt^2\\
&\varepsilon\frac{d^2\Pi}{dt^2}-(\lambda+2\mu)\Delta^2\Pi=(\lambda+2\mu)\int\int\left[\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right]dt^2
\end{aligned}\right.$$

Digitized by Google

6. — Pour appliquer ces formules, je rappellerai d'abord que si on pose dans les équations (16) :

$$u = u_1 \cos k_1 t \qquad v = v_1 \cos k_1 t \qquad w = w_1 \cos k_1 t$$

après y avoir fait $X = 0$, $Y = 0$, $Z = 0$, il en résulte :

$$(26)\left\{\begin{array}{l} (\lambda+\mu)\dfrac{d\theta_1}{dx} + \mu\Delta^2 u_1 + \varepsilon k_1^2 u_1 = 0 \qquad (\lambda+\mu)\dfrac{d\theta_1}{dy} + \mu\Delta^2 v_1 + \varepsilon k_1^2 v_1 = 0 \\ \qquad\qquad (\lambda+\mu)\dfrac{d\theta_1}{dz} + \mu\Delta^2 w_1 + \varepsilon k_1^2 w_1 = 0 \end{array}\right.$$

auxquelles on peut joindre, en conservant les notations abrégées de M. Poincaré (*Théorie de l'élasticité*, chap. V) :

$$(27)\left\{\begin{array}{l} m\lambda\theta_1 + \mu\left[\dfrac{dv_1}{dx} + \dfrac{du_1}{dN}\right] = F_1 \qquad m\lambda\theta_1 + \mu\left[\dfrac{dv_1}{dy} + \dfrac{dv_1}{dN}\right] = G_1 \\ \qquad\qquad m\lambda\theta_1 + \mu\left[\dfrac{dv_1}{dz} + \dfrac{dw_1}{dN}\right] = H_1 \end{array}\right.$$

car il résulte évidemment de l'hypothèse adoptée, que l'on doit avoir pour les forces extérieures appliquées à la surface du corps élastique :

$$(28) \qquad F = F_1 \cos k_1 t \qquad G = G_1 \cos k_1 t \qquad H = H_1 \cos k_1 t$$

où F_1, G_1, H_1 ne dépendent pas de t.

Si de même on pose dans les égalités (17) et (25)

$$(29) \quad \Omega_1 = \omega_1 \cos k_1 t \quad \Omega_2 = \omega_2 \cos k_1 t \quad \Omega_3 = \omega_3 \cos k_1 t \quad \Pi = \omega \cos k_1 t,$$

on aura par les formules précédentes :

$$(30)\left\{\begin{array}{l} u_1 = -\varepsilon k_1^2 \omega_1 - \mu\dfrac{d}{dx}\left[\dfrac{d\omega_1}{dx} + \dfrac{d\omega_2}{dy} + \dfrac{d\omega_3}{dz}\right] + \dfrac{d\omega}{dx} \\ v_1 = -\varepsilon k_1^2 \omega_2 - \mu\dfrac{d}{dy}\left[\dfrac{d\omega_1}{dx} + \dfrac{d\omega_2}{dy} + \dfrac{d\omega_3}{dz}\right] + \dfrac{d\omega}{dy} \\ w_1 = -\varepsilon k_1^2 \omega_3 - \mu\dfrac{d}{dz}\left[\dfrac{d\omega^1}{dx} + \dfrac{d\omega_2}{dy} + \dfrac{d\omega_3}{dz}\right] + \dfrac{d\omega}{dz} \end{array}\right.$$

et ces expressions satisferont aux équations (26) pourvu que les inconnues y soient assujetties à satisfaire aux équations différentielles :

$$\mu\Delta^2\omega + k_1^2\varepsilon\omega = 0 \qquad (\lambda + 2\mu)\Delta^2\omega + k_1^2\varepsilon\omega = 0\,;$$

c'est en effet ce dont on s'assure aisément par un calcul de vérification.

Digitized by Google

Ainsi on est conduit, par l'étude des petits mouvements des corps élastiques, à employer un mode de calcul analogue à celui dont on aurait à faire usage pour déterminer les conditions de leur équilibre, mais qui en diffère parce que les fonctions à substituer aux composantes de déformation, au lieu d'être des potentielles, doivent vérifier l'équation :

$$\Delta^2 u + k^2 u = 0.$$

Ces fonctions ont fait l'objet de travaux importants dont on peut voir l'exposé dans un traité de M. F. Pockel, qui a été publié en 1891, à Leipzig, avec une préface de M. F. Klein.

M. M. D'OCAGNE

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Paris.

SUR LES SURFACES DE RÉVOLUTION APPLICABLES SUR LA SPHÈRE [O6k]

— Séance du 10 août 1894 —

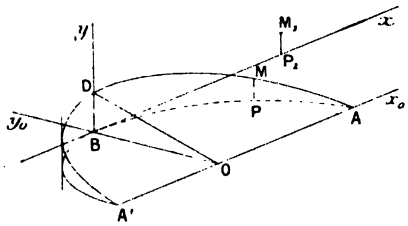
1. — Dans le plan qui coupe un cylindre quelconque suivant la courbe ADA′ ou c, prenons une droite AA′ ou d, perpendiculaire aux projections des génératrices du cylindre sur ce plan ; puis, par cette droite d, menons un plan perpendiculaire aux génératrices, qui coupe le cylindre suivant une section droite ABA′. Développons le cylindre sur un plan. La courbe c se transforme en une courbe c_1 et la section droite ABA′ en une droite d_1. J'ai démontré (*Bull. de la Soc. Math. de France*, t. XXI, p. 85) que *la surface de révolution* S *engendrée par la rotation de la courbe* c *autour de la droite* d *et la surface de révolution* S_1 *engendrée par la rotation de la courbe* c_1 *autour de la droite* d_1 *sont applicables l'une sur l'autre.*

Si donc la courbe c est un cercle de diamètre AA′, auquel cas le cylindre est elliptique, la surface S est une sphère et la surface S_1 applicable sur cette sphère.

Je me propose ici de déterminer analytiquement, en partant de là, la courbe c_1, méridienne d'une surface de révolution applicable sur la sphère. Il suffit, pour faire varier cette surface, de modifier l'angle des plans ABA′ et ADA′.

Digitized by Google

2. — Effectuons le développement sur le plan tangent au cylindre le long de la génératrice BD. Prenons pour axes de coordonnées dans le plan ABA′ les diamètres OA (axe des x) et OB (axe des y), dans le plan tangent la tangente Bx à ABA′ (axe des x) et la génératrice BD (axe des y).



Dans le développement le point P pris sur c vient en P_1 et le point M qui lui correspond sur ABA′ en M_1.

Les coordonnées de M_1 sont

$$x = BP_1 = \text{arc elliptique BP}.$$
$$y = MP.$$

Soient x_0 et y_0 les coordonnées du point P dans le plan ABA′, k le sinus de l'angle que le plan ADA′ fait avec le plan ABA′, a la longueur BD. On a immédiatement

$$dx = \sqrt{dx_0^2 + dy_0^2},$$

$$y = \frac{ky_0}{\sqrt{1-k^2}},$$

$$\frac{x_0^2}{a^2} + \frac{y_0^2}{a^2(1-k^2)} = \frac{1}{k^2}.$$

Des deux dernières équations écrites, on tire très aisément :

$$dy_0 = \frac{dy}{k}\sqrt{1-k^2},$$

$$dx_0 = -\frac{1}{k}\frac{ydy}{\sqrt{a^2-y^2}}.$$

Portant ces valeurs dans la première, on a :

$$(1) \qquad dx = dy\sqrt{\frac{a^2(1-k^2)+k^2y^2}{k^2(a-y^2)}}.$$

Telle est l'équation différentielle de la courbe cherchée. On voit immédiatement que son intégration pourra s'effectuer au moyen des fonctions elliptiques, puisqu'il s'agit d'une simple quadrature portant sur la racine carrée d'une fraction rationnelle du second degré. La constante qu'introduira cette intégration sera déterminée, avec le choix d'axes que nous avons fait, par la condition que, pour $x = 0$, on ait $y = a$.

Digitized by Google

3. — Posons d'abord $a^2 - y^2 = a^2t^2$. L'équation (1) devient alors :

$$dx = -\frac{a}{k}\frac{\sqrt{1-k^2t^2}}{\sqrt{1-t^2}}\,dt.$$

Si maintenant nous posons $t = snu$ (mod. k), nous avons :

$$\sqrt{1-k^2t^2} = dnu, \qquad \sqrt{1-t^2} = cnu, \qquad dt = cnu\,dnu\,du,$$

et l'équation devient

$$dx = -\frac{a}{k}\,dn^2u\,du.$$

Par suite,

$$x = -\frac{aT}{k} + C, \tag{2}$$

en posant

$$T = \int dn^2u\,du \qquad \text{(mod. } k\text{)}. \tag{3}$$

On sait que si

$$v = \frac{u}{\sqrt{e_1 - e_3}} \qquad \text{et} \qquad k = \sqrt{\frac{e_2 - e_3}{e_1 - e_3}},$$

on a (voir *Halphen*, t. I, p. 45) :

$$dnu = \sqrt{\frac{pv - e_2}{pv - e_3}}.$$

Par suite,

$$T = \sqrt{e_1 - e_3}\int \frac{pv - e_2}{pv - e_3}\,dv. \tag{4}$$

Or, on sait aussi (*loc. cit.*, p. 37) que :

$$p(v + \omega') - e_3 = \frac{(e_3 - e_1)(e_3 - e_2}{pv - e_3}$$

Donc :

$$\frac{pv - e_2}{pv - e_3} = 1 + \frac{e_3 - e_2}{pv - e_3} = \frac{p(v + \omega') - e_1}{e_3 - e_1} = \frac{\zeta'(v + \omega') + e_1}{e_1 - e_3}.$$

Portant cette valeur dans (4) et la valeur de T ainsi obtenue dans (2), on a :

$$x = -\frac{a}{k}\frac{\zeta(v + \omega') + e_1 v}{\sqrt{e_1 - e_3}} + C = -a\frac{\zeta(v + \omega') + e_1 v}{\sqrt{e_2 - e_3}} + C.$$

Digitized by Google

Si on remarque que ω' est ce que MM. Tannery et Molk désignent par ω_3 dans leur Traité (p. 202), on a, d'après la formule XII_3 (p. 191) de ces auteurs :

$$\zeta(v + \omega') = \zeta(v + \omega_3) = \zeta_3 v + \eta_3,$$

en introduisant la *cofonction* ζ_3.

Dès lors :

$$x = -a\frac{\zeta_3 v + e_1 v}{\sqrt{e_2 - e_3}} + C'.$$

4. — Calculons maintenant l'ordonnée. Nous avons :

$$y = a\sqrt{1 - t^2} = a\,cnu = a\sqrt{\frac{pv - e_1}{pv - e_3}}.$$

Pour $v = 0$, cette formule donne $y = a$. Donc, d'après ce qui a été dit plus haut, on doit avoir $x = 0$ pour $v = 0$, ce qui montre qu'il faut prendre $C' = 0$.

En résumé, les coordonnées des points de la section méridienne cherchée, en fonction du paramètre v, sont données par :

$$x = -a\frac{\zeta_3 v + e_1 v}{\sqrt{e_2 - e_3}}, \qquad y = a\sqrt{\frac{pv - e_1}{pv - e_3}}.$$

M. Ed. COLLIGNON

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, à Paris.

NOMBREUSES APPLICATIONS D'UNE CONSTRUCTION GÉOMÉTRIQUE ÉLÉMENTAIRE [P 61]

— Séance du 10 août 1894 —

§ Ier

La construction que nous avons en vue consiste essentiellement à déterminer une quatrième proportionnelle à trois longueurs données. Soit $x = OP$, $y = PM$ les coordonnées d'un point M par rapport à des

Digitized by Google

axes OX, OY, faisant entre eux un angle quelconque; soit $OA = l$ une quantité donnée prise à partir de l'origine sur l'axe des abscisses, et AR une parallèle à l'axe OY, menée par le point A. Si par le point O on mène une droite OM, qui coupe en R la droite AB, et qu'on ramène par une parallèle à l'axe OX le point R en M′ sur l'ordonnée PM prolongée, on aura transformé le point M en un point M′ de même abscisse x, mais dont l'ordonnée $PM' = y'$ sera donnée par l'équation

$$y' = l\frac{y}{x}.$$

On passe de M en M′ par le trajet OMRM′, en effectuant la transformation que nous appellerons *directe*. On peut revenir du point M′ au point M par le trajet M′RO, accompli en sens contraire, ce qui conduit à employer la formule

$$y = \frac{xy'}{l},$$

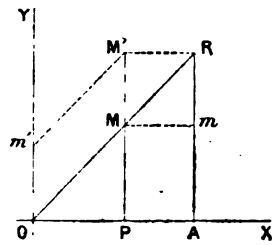


Fig. 1.

pour déduire l'ordonnée y de l'ordonnée y'. Nous appellerons cette transformation la *transformation inverse*.

La construction indiquée peut servir, par exemple, à la composition et à la décomposition des forces parallèles. Une force donnée PM′ se décompose en deux forces parallèles, égales respectivement à PM et à MM′, appliquées la première en A, la seconde en O. Inversement, si l'on donne les deux composantes Am, Om', on portera en AR la somme $Am + Om'$ de ces deux forces, et, menant la droite OR, il suffira de mener mM parallèle à la droite OA pour trouver en M, sur OR, un point qui appartient à la résultante cherchée. C'est sur cette construction que nous avons fondé notre méthode graphique pour le tracé du polygone des moments fléchissants, dans une poutre droite chargée de poids et posée sur deux appuis de niveau (*).

La même construction, répétée de proche en proche, nous a servi à réduire à une quadrature simple, $\int\int dxdy$, l'intégrale double $\int\int x^m y^n dxdy$, étendue à tous les éléments superficiels d'un contour donné, m et n étant des entiers positifs ou négatifs, mais non tous deux égaux à -1 (**).

Nous ferons voir dans cette note qu'elle s'applique encore à beaucoup d'autres questions. Avant tout, nous établirons quelques propriétés de la

(*) *Annales des Ponts et Chaussées*, 1885, 2e semestre, t. X, p. 1 et suiv.
(**) *Association française*, Congrès de Lille, 1874.

Digitized by Google

transformation qui fait passer d'un point M au point M'. Cherchons, par exemple, la relation géométrique entre les tangentes MT, M'T' aux lieux décrits simultanément par les points M et M'.

Soient X, Y les coordonnées variables d'un point appartenant à l'une des tangentes. Nous aurons pour l'équation de la tangente MT

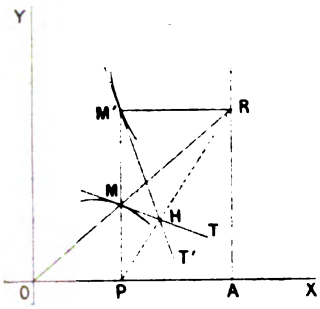


FIG. 2.

$$Y - y = \frac{dy}{dx}(X - x),$$

où $\frac{dy}{dx}$ est le coefficient différentiel de la courbe décrite par le point M; et pour la tangente M'T'

$$Y - y' = \frac{dy'}{dx}(X - x),$$

où $\frac{dy'}{dx}$ appartient à la courbe décrite par le point M'. Les deux équations, prises ensemble, définissent le point H commun aux deux tangentes.

Mais de la relation entre les deux ordonnées

$$y = \frac{xy'}{l}$$

on déduit, en différentiant,

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y'}{l} + \frac{x}{l}\frac{dy'}{dx}.$$

Remplaçons dans cette dernière équation $\frac{dy}{dx}$ par $\frac{Y - y}{X - x}$, $\frac{dy'}{dx}$ par $\frac{Y - y'}{X - x}$, il viendra

$$Y - y = \frac{y'}{l}(X - x) + \frac{x}{l}(Y - y'),$$

ce qui se réduit à

$$Y(l - x) - y'(X - x) = 0.$$

Si, dans cette dernière équation, nous considérons X et Y comme des coordonnées variables, elle représente une droite qui contiendra le point H cherché. Cette droite passe par le point P, puisque $X = x$ donne $Y = 0$; elle passe aussi par le point R, car pour $X = l$, $Y = y'$; l'équation représente donc la droite PR, et, par suite, le point H, où se coupent les deux tangentes, est à l'intersection de l'une d'elles avec la diagonale PR du rectangle PM'RA.

Digitized by Google

Lorsque $\frac{dy'}{dx} = 0$, c'est-à-dire lorsque la tangente M'T' est parallèle à OX, on a $\frac{dy}{dx} = \frac{y'}{l}$. La tangente MT passe par le point R et se confond avec la droite OR elle-même.

On peut répéter la construction en déduisant de chaque point M précédemment obtenu un point M' par la transformation directe. Si l'on appelle y_n l'ordonnée du point M_n, et y_0 l'ordonnée PM du point de départ, on aura

$$y_n = \frac{l^n y_0}{x^n},$$

car chaque transformation multiplie par le rapport $\frac{l}{x}$ l'ordonnée qu'on vient d'obtenir. On peut appliquer la règle des tangentes à chaque transformation partielle. Les tangentes aux courbes décrites simultanément par les points M_1 M_2 M_3 M_4 ... M_n, seront les droites M_1H_1 M_2H_2 M_3H_3 M_4H_4 ... M_nH_n, le point H_1 étant l'intersection de M_0H_1, première tangente donnée, avec PR_0, H_2 l'intersection de M_1H_1 avec PR_1, et ainsi de suite. Les points H_1, H_2, H_3, ... H_n dessinent un polygone qu'on peut, à titre d'approximation, assimiler à une courbe continue; chaque direction HM d'un côté, en particulier, peut être regardée comme la tangente à la courbe. Rapportons les points H aux deux axes PM, PA, et soient $u = PH'$, $v = H'H$, les coordonnées d'un point H quelconque. Si l'on appelle K l'intervalle PA des deux parallèles PR, HR, la distance PM, multipliée par le rapport $\frac{v}{u}$, sera égale à $MR = K$. Or PM est la somme de l'abscisse $u = PH'$ et de la sous-tangente H'M, égale en valeur absolue à $-\frac{udv}{du}$. On a donc l'équation différentielle

$$\left(u - \frac{udv}{du}\right)\frac{v}{u} = K$$

pour définir approximativement le lieu des points H.

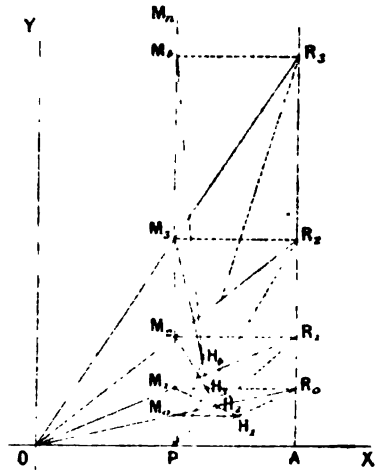


FIG. 3.

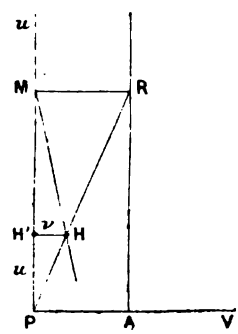


FIG. 4.

Digitized by Google

L'intégrale générale de cette équation est, en appelant A une constante arbitraire,

$$u = Ave^{\frac{K}{v}}.$$

On voit que cette courbe a pour asymptote la droite PM'_n : car v infiniment petit rend l'abscisse u infiniment grande.

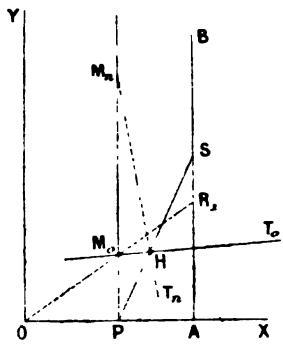


FIG. 5.

Nous pouvons aussi chercher directement la tangente à la courbe M_n, connaissant la tangente M_0T_0 à la courbe primitive décrite par le point M_0. Nous aurons pour les équations des tangentes aux deux courbes

$$Y - y = \frac{dy}{dx}(X - x) \quad \text{pour} \quad M_0T_0,$$

et

$$Y - y_n = \frac{dy_n}{dx}(X - x) \quad \text{pour} \quad M_nT.$$

On a, de plus, en différentiant l'équation

$$y_n = l^n \frac{y}{x^n}$$

qui lie les deux ordonnées,

$$\frac{dy_n}{dx} = \frac{l^n}{x^n}\frac{dy}{dx} - nl^n \frac{y}{x^{n+1}}.$$

Donc

$$Y - y_n = \frac{l^n}{x^n} Y - \frac{l^n y}{x^n} - \frac{nl^n y}{x^{n+1}}(X - x),$$

ou, en réduisant,

$$Y(l^n - x^n) = \frac{nl^n y}{x}(X - x).$$

Cette équation, dans laquelle on regardera X et Y comme des coordonnées variables, représente une droite qui contient le point H commun aux deux tangentes. Cette droite passe au point P pour $X = x$, $Y = 0$. Elle coupe l'ordonnée AB, pour $X = l$, en un point S dont l'ordonnée est

$$Y = \frac{nl^n y(l - x)}{x(l^n - x^n)},$$

Digitized by Google

équation qu'on peut mettre sous la forme

$$\frac{1}{Y} = \frac{1}{n}\frac{x}{l^n y}\left[\frac{l^n - x^n}{l - x}\right]$$

$$= \frac{1}{n}\left[\frac{x}{ly} + \frac{x^2}{l^2 y} + \frac{x^3}{l^3 y} + \ldots + \frac{x^{n-1}}{l^{n-1} y} + \frac{x^n}{l^n y}\right]$$

$$= \frac{1}{n}\left[\frac{1}{y_1} + \frac{1}{y_2} + \frac{1}{y_3} + \ldots + \frac{1}{y_{n-1}} + \frac{1}{y_n}\right];$$

de sorte que le point S est le *centre des moyennes harmoniqnes* des points R_1, R_2, ... R_n, qui ont servi à passer du point donné M_0 au point M_n.

Lorsque $n = 1$, c'est-à-dire si l'on ne considère que la première courbe transformée, on a $Y = y_1$, conformément au résultat trouvé plus haut, et le point S coïncide avec le premier point R_1.

Pour obtenir la valeur de $Y = AS$, on peut mettre l'équation sous la forme

$$Y = \frac{nyy_n(l - x)}{x(y_n - y)}.$$

en remplaçant $l^n y$ par $x^n y_n$ et l^n par $\frac{x^n y_n}{y}$;

ce qui donne

$$Y = n \times \frac{PM_0 \times PM_n \times PA}{OP \times M_0M_n}.$$

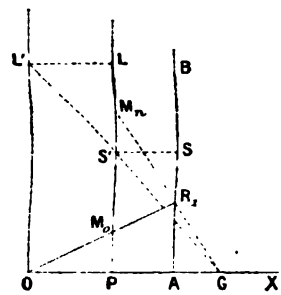


FIG.

Joignons les points M_n et R_1 en menant la droite M_nR_1 qui, prolongée, coupe OX au point G : le triangle OPM_0, coupé par la transversale M_nR_1G, donne l'égalité

$$\frac{PM_n}{M_0M_n} \times \frac{R_1M_0}{R_1O} \times \frac{GO}{GP} = 1.$$

Remplaçons $\frac{R_1M_0}{R_1O}$ par $\frac{PA}{OA}$. Il vient

$$\frac{PM_n \times PA}{M_0M_n} = \frac{GP}{GO} \times OA;$$

et par conséquent

$$Y = n \times \frac{PM_0 \times GP \times OA}{OP \times GO} = n \times \frac{GP}{GO} \times AR_1,$$

Digitized by Google

en observant que

$$\frac{PM_0 \times OA}{OP} = \frac{ly}{x} = Y_1.$$

Si l'on prend sur PM_n une quantité $PL = n \times AR_1$ et qu'on opère sur le point L la *transformation inverse*, en prenant le point G comme origine et la droite OY comme la parallèle à l'axe, on n'aura plus qu'à mener la droite GL′, qui coupera l'ordonnée PM_n en un point S′, et qu'à projeter ce point sur AB parallèlement à OX, ce qui donnera le point S cherché. On a, en effet,

$$PS' = \frac{GP \times PL}{GO}.$$

La construction indiquée pour le tracé des tangentes est en défaut dans deux cas : 1° lorsque le point M coïncide avec l'origine; 2° lorsqu'il est situé sur la droite AB.

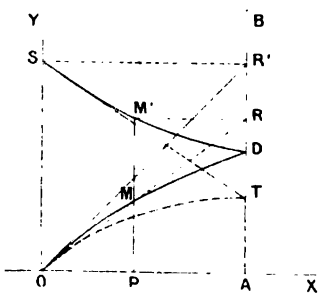


Fig. 7.

1° La position limite de la droite OM, lorsque le point M se rapproche du point O en suivant la courbe donnée OD, est la tangente OR′ à l'origine; le point O se transforme dans le point S, et la tangente en S, donnée dans le cas général par l'intersection de la tangente en O avec la diagonale du parallélogramme OAR′S, n'est plus déterminée, ces deux droites coïncidant.

L'équation de la courbe OD aux environs du point O peut être mise sous la forme

$$y = f'(o)x + \frac{f''(o)}{1.2}x^2 + \varepsilon,$$

où $f'(o)$ et $f''(o)$ sont les valeurs prises par les deux premières dérivées de y par rapport à x quand on y fait $x = 0$, et ε l'ensemble des termes de degré supérieur au second. On en déduit

$$\frac{dy}{dx} = f'(o) + f''(o)x + \varepsilon'$$

où ε' représente une somme de termes de degré au moins égal au second.

Soit z l'ordonnée de la courbe SD. Nous avons

$$z = l\frac{y}{x},$$

Digitized by Google

d'où l'on tire

$$(a) \qquad \frac{dz}{dx} = l \times \frac{\frac{dy}{dx} - \frac{y}{x}}{x}.$$

On déduit des deux équations qui précèdent

$$\frac{dy}{dx} - \frac{y}{x} = f''(o) \times x + \left(\varepsilon' - \frac{\varepsilon}{x}\right),$$

équation où le terme $\varepsilon' - \frac{\varepsilon}{x}$ représente un ensemble de termes de degré au moins égal au second. Divisant par x et passant à la limite, on a pour $x = 0$

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_o = \frac{l}{2} f''(o).$$

L'ordonnée AR', ou OS, est égale à $lf'(o)$. L'équation de la tangente ST à la courbe transformée est

$$z - lf'(o) = \frac{l}{2} f''(o)x$$

et si l'on y fait $x = l$, on aura l'ordonnée $z =$ AT de la tangente au point où elle coupe la droite AB. Il vient

$$\text{AT} = lf'(o) + \frac{l^2}{2} f''(o),$$

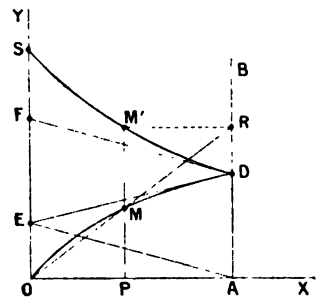


FIG. 8.

ce qui montre que le point T appartient à la parabole OT, qui serait osculatrice à la courbe donnée au point O.

2° Le point D se transforme en lui-même; la diagonale PR, coïncidant alors avec la droite AB, passe au point D et ne peut plus servir à déterminer une tangente au moyen de l'autre. Soit AD $= \lambda$ l'ordonnée commune aux deux courbes pour $x = l$. Les tangentes DE, DF en ce point ont respectivement pour équation

$$(b) \qquad \begin{cases} y - \lambda = \left(\frac{dy}{dx}\right)_l (x - l), \\ z - \lambda = \left(\frac{dz}{dx}\right)_l (x - l). \end{cases}$$

Digitized by Google

Si dans la relation (a) on fait $x = l$, il vient

$$\left(\frac{dz}{dx}\right)_l = \left(\frac{dy}{dx}\right)_l - \frac{\lambda}{l}.$$

Retranchant l'une de l'autre les deux équations (b), il vient

$$z - y = -\frac{\lambda}{l}(x - l).$$

équation qui fait connaître l'intervalle compris entre les deux tangentes.

Si nous y faisons $x = 0$, nous aurons la valeur de EF; il vient

$$\mathrm{EF} = \lambda = \mathrm{AD}.$$

Donc la tangente en D à la courbe SD est parallèle à la droite AE que l'on obtient en joignant le point A au point E où la tangente à la courbe OD rencontre l'axe OY.

Lorsque le point D coïncide avec le point A, les deux courbes OD et SD sont tangentes au point D.

Construction du rayon de courbure d'une courbe

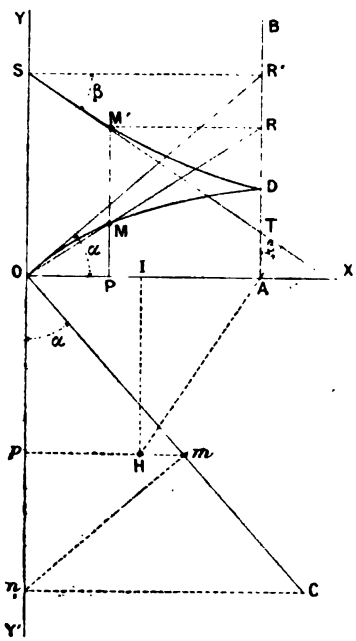


Fig. 9.

Soit OD la courbe pour laquelle on demande le rayon de courbure au point O. Par ce point menons arbitrairement deux axes rectangulaires OX, OY; prenons une longueur arbitraire $\mathrm{OA} = l$ sur l'axe OX; et ayant mené AB parallèle à OY, transformons la courbe OMD en la courbe SM'D, par l'opération directe OMRM'. Menons aux deux courbes la tangente OR' au point O et la tangente ST au point S. Nous aurons, comme on l'a vu,

$$\mathrm{AR'} = f'(o) \times l$$

et

$$\mathrm{AT} = f'(o) \times l + \frac{1}{2} f''(o) l^2.$$

Donc on a, abstraction faite du signe,

$$\mathrm{R'T} = \frac{1}{2} f''(o) l^2.$$

Digitized by Google

Il résulte de là que les valeurs des deux dérivées $f'(o)$, $f''(o)$ pour $x = 0$, sont représentées par des rapports où entrent des lignes de la figure, savoir

$$f'(o) \quad \text{par} \quad \frac{AR'}{l},$$

et

$$f''(o) \quad \text{par} \quad \frac{2R'T}{l^2}.$$

Le rayon de courbure au point O a pour expression générale

$$\rho = \frac{\left(1 + (f'(o))^2\right)^{\frac{3}{2}}}{f''(o)},$$

ce qui donne

$$\rho = \frac{\left(1 + \frac{\overline{AR'}^2}{l^2}\right)^{\frac{3}{2}}}{\frac{2R'T}{l^2}} = \frac{\left(\overline{OA}^2 + \overline{AR'}^2\right)^{\frac{3}{2}}}{2 \times OA \times R'T} = \frac{\overline{OR'}^3}{2OA \times R'T}.$$

Soit α l'angle R'OX de la tangente à la courbe OD avec l'axe des x, et β l'angle TSR', de la tangente à la courbe SD avec la même direction. On aura $OR' = \frac{l}{\cos \alpha}$, $R'T = l \operatorname{tang} \beta$, et, par suite, l'équation devient

$$\rho \cos^3 \alpha = \frac{1}{2} l \cot \beta.$$

Par le point A menons la droite AH perpendiculairement à la tangente ST; elle coupe la perpendiculaire IH élevée au milieu de OA en un point H, et l'on a $IH = \frac{l}{2} \cot \beta$. Soit OC la normale à la courbe au point O; il suffira d'abaisser la perpendiculaire Hp sur l'axe OY' pour obtenir le point m sur la normale; en ce point menons une perpendiculaire mn à OC, puis ramenons n en C sur la normale par la droite nC parallèle à OX. Le point C sera le centre de courbure cherché. On a, en effet,

$$OC \cos^3 \alpha = Op = IH = \frac{1}{2} l \cot \beta.$$

Problème. — On donne dans le plan d'un axe OX deux courbes LL, L'L'; on donne en outre le parallélisme du second axe OY, sans faire connaître l'origine O. On demande de reconnaître que l'une des deux

Digitized by Google

courbes se déduit de l'autre par l'opération directe ou par l'opération inverse.

Coupons les deux courbes par une parallèle PMM′ à l'axe OY. Menons les tangentes MT, M′T′ aux deux courbes par les points M, M′ où la parallèle à OY les rencontre. Ces deux tangentes se coupent en un point H. On aura, d'après les théorèmes démontrés plus haut, un point R de la droite AB qui sert à la transformation, en menant par l'un des points M′ une parallèle à OX, jusqu'à la rencontre avec la droite PH. La droite RM fait ensuite connaître l'origine O. La construction appliquée à la courbe LL, conduira à construire une courbe qui touchera en M′ la courbe L′L′ proposée, et qui se confondra avec cette courbe, si LL′ est la transformée de LL par l'opération directe, avec O pour origine et AB pour droite menée à la distance OA $= l$.

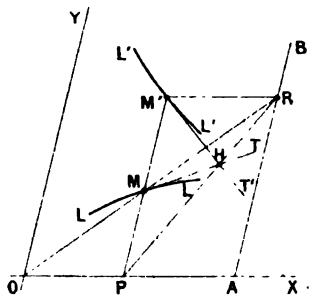


FIG. 10.

Remarquons, en finissant ce paragraphe, que l'on peut projeter coniquement la figure sur un autre plan; que dans cette transformation les droites restent droites, les courbes algébriques conservent leur ordre, les tangentes restent tangentes, les parallèles se transforment en droites concourant en un même point. On obtiendra donc une transformation plus générale en faisant concourir les ordonnées PMM′ et la droite AB en un point α de l'axe OY; les droites M′R et OX un point β. Les trois points O, M, R esteront en ligne droite, et les tangentes MT, M′T′ aux lieux décrits simultanément par les points M et M′, se couperont encore en H sur la droite PR, diagonale du quadrilatère PARM′.

§ II

ÉLÉVATION AUX PUISSANCES, EXTRACTION DES RACINES.

Sur une droite OA, égale à l'unité de longueur, construisons un carré OABC. Le côté CB de ce carré, rapporté aux axes OX, OY, est la droite représentative de l'équation $y = 1$. Cette droite se transforme par *l'opération directe* en l'hyperbole BN

$$y = \frac{1}{x},$$

Digitized by Google

et en opérant sur cette hyperbole comme on l'a fait pour la droite CB, on obtiendrait la courbe $y = \frac{1}{x^2}$, puis la courbe $\frac{1}{x^3}$, etc.

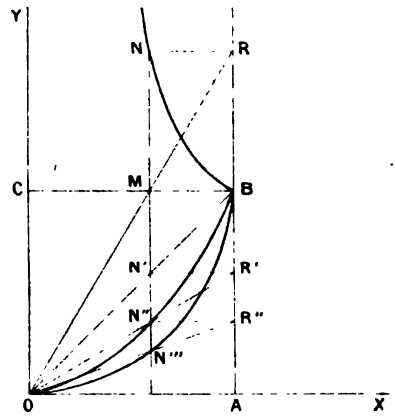


FIG. 11.

Si l'on applique à la droite CB l'opération inverse, on la transforme en la droite OB, $y = x$, bissectrice de l'angle des axes. La même transformation appliquée à la droite ON'B, conduit à la parabole ON''B, $y = x^2$; celle-ci, transformée à son tour, donne la courbe ON'''B, $y = x^3$, et ainsi de suite. Nous avons limité les courbes sur la figure entre les abscisses $x = 0$ et $x = 1$. Mais les constructions sont applicables aussi bien en dehors de ces limites, et permettent de prolonger les courbes obtenues aussi loin qu'on voudra en dehors des parallèles OC, AB.

Considérons deux courbes consécutives, $y = x^p$, $y' = x^{p+1}$, ou plus généralement les deux courbes

$$y = Ax^p$$
$$y' = Ax^{p+1},$$

dont l'une, la première, se déduit de la seconde par l'opération inverse, $y' = xy$. Menons la tangente à la seconde courbe au point $M'(x, y')$. La sous-tangente PS' aura pour valeur

$$\frac{y'dx}{dy'} = \frac{x}{p+1}.$$

Par le point $M(x, y)$ de la première, menons une parallèle MS à la tangente M'S'. Le segment PS intercepté sur l'axe OX entre le pied P de l'ordonnée et le point S, aura pour longueur

$$PS = y \times \frac{dx}{dy'} = \frac{1}{p+1},$$

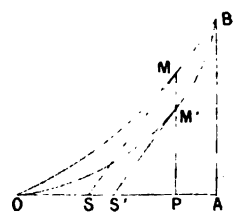


FIG. 12.

de sorte que la longueur du segment est constante, et égale à l'inverse $\frac{1}{p+1}$ de l'exposant de x dans la seconde équation, ou plus généralement à $\frac{l}{p+1}$, si l'on rétablit la longueur $OA = l$, au lieu de la supposer égale à l'unité.

Digitized by Google

Il arrive souvent, dans les applications de la physique ou de la dynamique, qu'on cherche à substituer une formule monome

$$y = Ax^p,$$

à une fonction plus compliquée, $y = f(x)$, représentant la loi d'un phénomène. Traçons la courbe LN, $y = f(x)$, entre les limites où elle est utile, et menons les tangentes MS en un certain nombre de points M; nous déterminerons ainsi les sous-tangentes PS en chaque point M, et nous les relèverons en PM sur l'ordonnée. Si la courbe LN peut être représentée approximativement par la fonction $y = Ax^p$, le lieu des points m sera sensiblement une ligne droite passant par l'origine O, et la recherche de l'exposant p, indépendamment du coefficient A, peut se faire en menant par le point O la droite qui s'écarte le moins des points m qu'on aura déterminés. On peut simplifier cette opération, en faisant subir à la courbe donnée LN une transformation directe, ce qui suppose le choix d'une longueur arbitraire $OA = l$ pour mener par le point A la parallèle AB à l'axe OY. Le point M se transforme en M'. Par ce point M' menons M'S' parallèle à la tangente MS, et relevons le segment PS' en Pm' sur l'ordonnée. Le lieu du point m', si l'hypothèse est admissible, sera sensiblement une droite parallèle à l'axe OX, et distante de cet axe de la quantité $\frac{l}{p}$. On aura donc la valeur de l'exposant p en cherchant la moyenne des ordonnées Pm', et en divisant la longueur OA par la moyenne qu'on aura trouvée.

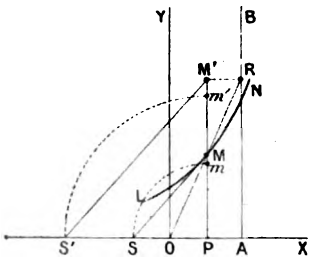


FIG. 13.

Les courbes $y = x^p, \ldots$ obtenues avec la figure où l'on suppose $l = 1$, peuvent servir à élever les nombres aux puissances, et par conséquent à extraire les racines, à trouver les inverses, etc. La racine carrée s'extraira en employant la parabole $y = x^2$. On peut aussi, *sans tracer aucune courbe*, extraire la racine carrée d'un nombre donné N, en employant la méthode des approximations successives. Soit en effet a et b deux facteurs dont le produit donne le nombre N. On sait que la racine cherchée est comprise entre la moyenne arithmétique de a et de b, limite supérieure, et la moyenne harmonique des deux mêmes nombres, limite inférieure, c'est-à-dire qu'on a la double inégalité

$$\frac{2ab}{a+b} < \sqrt{ab} < \frac{a+b}{2}.$$

Digitized by Google

Sur une droite indéfinie prenons $OP = a$, $PA = b$, de sorte que $OA = a + b$. Prenons le milieu I de la somme OA. Sur une perpendiculaire à OA, élevée au point A, prenons

$$AR = 2PA = 2b.$$

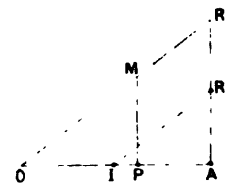


FIG. 14.

Menons la droite OR, et soit M son intersection avec la perpendiculaire à OA élevée au point P. On aura $PM = \frac{2ab}{a+b}$, $OI = \frac{a+b}{2}$, de sorte que la racine cherchée est comprise entre OI et PM, segments dont le produit est encore égal à N. En quelques essais on arrivera à deux limites sensiblement égales, et qui représenteront $\sqrt{N}$ avec une grande approximation.

TRANSFORMATIONS DES DEUX COORDONNÉES.

Ce que nous avons fait pour l'ordonnée y, transformée en y', en y'',... sans changement de l'abscisse x, nous pouvons le faire pour l'abscisse x, qui deviendra successivement x', x'',... sans changement de l'ordonnée y. On peut d'ailleurs employer une même longueur l pour les deux transformations, ou prendre des longueurs différentes, suivant les cas.

Soit, par exemple, l'équation

$$y^m = Ax^n,$$

m et n étant deux nombres entiers différents, positifs, premiers entre eux, m étant le plus petit des deux. Divisons n par m, soit q le quotient et r le reste. Appliquons à l'ordonnée y, sans changement de l'abscisse x, q transformations directes successives; si l'on appelle y_q l'ordonnée finale obtenue par cette suite d'opérations, on aura

$$y = \frac{x^q y_q}{l^q},$$

et par suite

$$y^m = \frac{x^{qm} y_q^m}{l^{mq}} = Ax^n,$$

ce qui revient à l'équation

$$y_q^m = l^{qm} A x^{n-mq} = l^{qm} A x^r,$$

équation de même forme que la proposée, sauf que l'exposant de x est ramené à une valeur plus petite que l'exposant de y_q.

Digitized by Google

On divisera de même l'exposant m par le reste r, ce qui donnera $m = rq' + r'$, en appelant q' le quotient, et r' le reste de la division. Et faisant subir à l'abscisse x, sans changement de l'ordonnée y_q, q' opérations directes successives, on aura, en appelant $x_{q'}$ l'abscisse finale de cette série de transformations,

$$x = \frac{y_q^{q'} x_{q'}}{l^{q'}},$$

ce qui ramène l'équation à la forme

$$y_q^m = \frac{l^{qm} \mathrm{A} y_q^{q'r} x_{q'}^r}{l^{q'r}},$$

c'est-à-dire, en supprimant $q'r$ facteurs égaux à y_q,

$$y_q^{r'} = l^{qm - q'r} \mathrm{A} x_{q'}^r$$

où l'inégalité des exposants a lieu dans l'autre sens. On pourra continuer en divisant r par r', et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait atteint pour l'une des coordonnées l'exposant 1, plus grand commun diviseur des entiers donnés m et n, et pour l'autre l'exposant 0. La ligne représentative de la dernière équation obtenue sera une droite parallèle à l'un des axes.

Nous avons supposé qu'on employait toujours la transformation directe. Rien n'empêcherait d'employer de même la transformation inverse ; cela serait nécessaire si l'un des exposants m et n était négatif, ou si, dans le courant des opérations, on employait les restes négatifs correspondants à un quotient par excès dans la recherche du plus grand commun diviseur.

Prenons pour exemple l'équation $yx^{\frac{c}{c_1}} = \mathrm{A}$, de la détente adiabatique des gaz, y désignant la pression et x le volume spécifique. Le rapport $\frac{c}{c_1}$ des chaleurs spécifiques des gaz est exprimé par la fraction $\frac{2316}{1685}$, qui se développe dans la fraction continue

$$1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{29 + \ldots}}}},$$

dont les réduites successives sont

$$\frac{1}{1} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{11}{8} \quad \frac{323}{235} \ldots$$

Digitized by Google

On peut s'arrêter à la fraction $\frac{11}{8}$, qui, par des termes médiocrement grands, exprime le rapport avec une approximation suffisante. On a donc à réduire l'équation

$$yx^{\frac{11}{8}} = A,$$

ou bien

$$y^8x^{11} = B,$$

B étant une nouvelle constante. Prenons pour longueur l l'unité numérique, et posons

$$y = \frac{y_1}{x},$$

en faisant subir à y une transformation inverse unique. Il viendra

$$y_1^8x^3 = B.$$

Nous ferons subir à l'abscisse x deux transformations inverses, ce qui donnera, en appelant x_1 la nouvelle abscisse déduite de cette double opération,

$$x = \frac{x_1}{y_1^2},$$

et l'équation sera ramenée à la forme

$$y_1^2x_1^3 = B.$$

Une transformation inverse de l'ordonnée y_1 nous donnera une nouvelle ordonnée y_2 qui sera liée à y_1 par l'équation

$$y_1 = \frac{y_2}{x_1},$$

ce qui ramène l'équation à la forme

$$y_2^2x_1 = B.$$

Enfin opérons deux transformations inverses de l'abscisse x_1 en posant

$$x_1 = \frac{x_2}{y_2^2}.$$

L'équation proposée sera définitivement transformée en

$$x_2 = B,$$

équation qui représente une droite parallèle à l'axe des ordonnées y. Pour revenir de cette droite à l'équation donnée, il suffira d'effectuer successi-

Digitized by Google

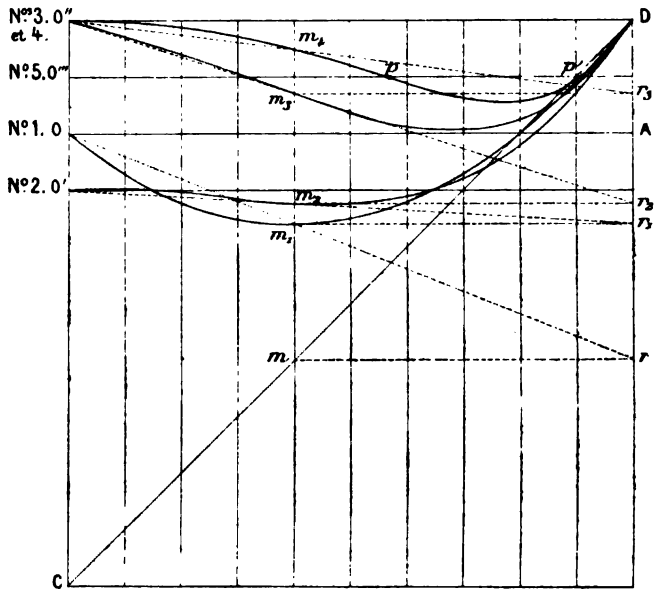
vement les transformations indiquées, mais dans l'ordre inverse. La série des opérations est représentée par le tableau suivant :

$$x_2 = \mathrm{B}, \text{ valeur constante ; } y_2 \text{ arbitraire ;}$$

$$x_1 = \frac{x_2}{y_2^2}, \qquad y_1 = \frac{y_2}{x_1},$$

$$x = \frac{x_1}{y_1^2}, \qquad y = \frac{y_1}{x}.$$

La multiplicité des opérations rend la méthode peu pratique. Elle n'en est pas moins intéressante en montrant comment, par une série d'opé-



Résolution de l'équation $x^5 - \frac{8}{10}x^4 + \frac{1}{10}x^3 - \frac{3}{10}x^2 + \frac{1}{10} = 0$
(Deux racines entre 0 et 1 : 0,56 et 0.91).

rations *où il n'y a à tracer que des droites*, toute courbe représentée par l'équation $y^m = \mathrm{A}x^n$ peut se déduire sans calculs du tracé d'une droite parallèle à l'un des axes.

Résolution des équations numériques

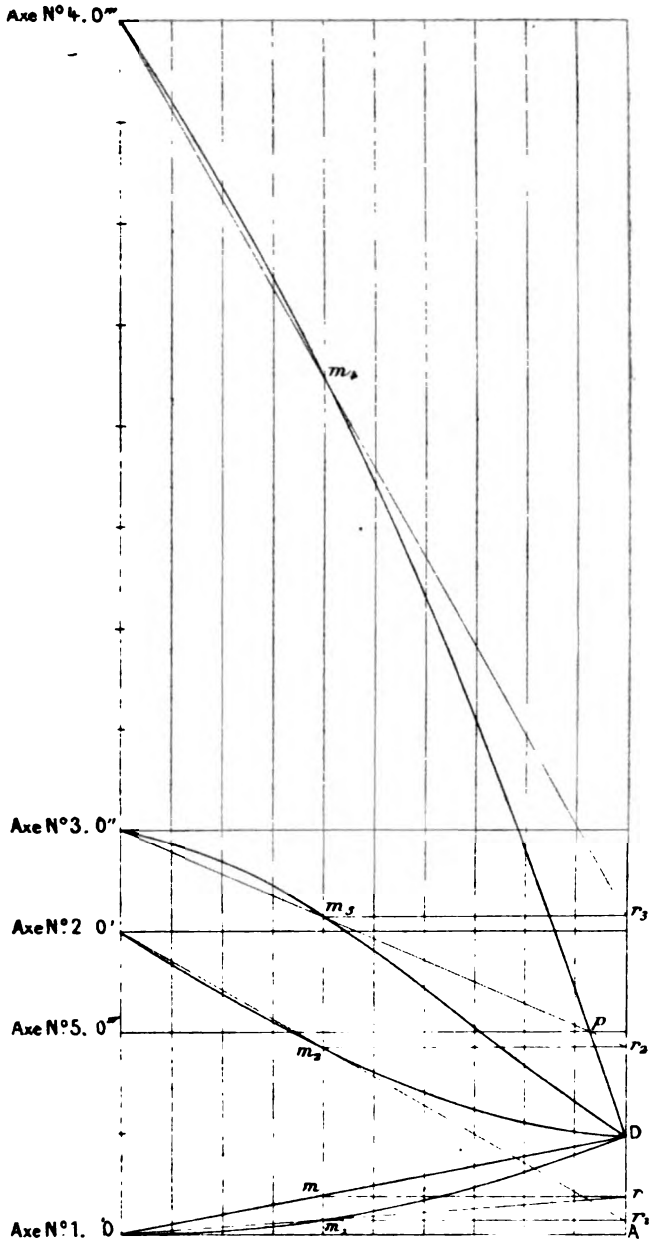
On donne une équation du $m^{\text{ième}}$ degré,

$$f(x) = ax^m + bx^{m-1} + cx^{m-2} + \ldots + fx + g = 0,$$

et on se propose de chercher les racines réelles qu'elle possède dans un

Digitized by Google

intervalle donné. Nous supposerons que cet intervalle soit celui de 0 à 1,



Résolution de l'équation $x^5 - 3x^3 - x^2 - 8x + 10 = 0$
(Racine entre 0 et 1, 0,93).

ce que l'on peut toujours supposer, puisqu'une transformation très simple de l'équation permet de ramener les racines entre ces limites.

Digitized by Google

Nous allons construire la courbe $y = f(x)$ entre les valeurs 0 et 1 de l'abscisse x. Nous emploierons pour cela la méthode de transformation inverse des figures, en nous aidant de changements de l'axe OX pour faciliter les opérations.

Posons

$$y_1 = ax + b, \qquad y_2 = y_1 x + c,$$
$$y_3 = y_2 x + d, \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$y_{m-1} = y_{m-2} x + f, \; y = y_{m-1} x + g.$$

Pour une même valeur de x, les diverses valeurs de $y_1, y_2, \ldots, y_{m-1}, y$ représentent les ordonnées de courbes qu'il est aisé de construire et de déduire les unes des autres par une même opération répétée.

Prenons un axe des x, OX, un axe des y, OY, et menons une parallèle à OY à la distance OA = 1 de l'origine. L'axe OX sera l'axe n° 1, auquel nous rapporterons l'ordonnée y_1. La première équation $y_1 = ax + b$ représente une droite, qui est donnée par deux points, $y_1 = b$ pour $x = 0$, et $y_1 = a + b$ pour $x = 1$. On construira cette droite CD, en prenant CO = b, AD = $b + a$, et en tenant compte des signes.

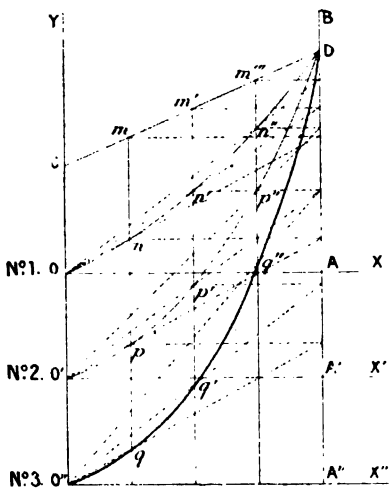


FIG. 15.

Pour en déduire y_2, faisons la transformation inverse sur un certain nombre de points de la droite CD ; ce qui transforme la droite CD en la parabole O$nn'n''$D. Cette courbe a pour ordonnée $y_1 x$ par rapport à l'axe OA. Pour former y_2, il suffit donc de déplacer l'axe OA parallèlement à lui-même de la quantité OO' = c, de manière à augmenter toutes les ordonnées de la quantité c. L'axe O'X' à partir duquel on comptera les ordonnées y_2, sera notre axe n° 2.

Pour passer à y_3 on transformera de même les points n, n', n'' par l'opération inverse, en se servant de l'origine O'. On obtiendra la courbe O'$pp'p''$D, dont les ordonnées seront égales au produit $y_2 x$. Il suffit de déplacer l'axe O'X' de la quantité O'O'' = d pour obtenir l'axe O''X'', à partir duquel seront comptées les ordonnées y_3. On répétera encore la même opération sur les points p, p', p'', en se servant de l'origine O'', et par des transports de l'axe OX, qu'on déplace de quantités convenables,

Digitized by Google

définies en grandeur et en signe par les valeurs des coefficients de l'équation donnée, on arrivera rapidement à construire la courbe $y = f(x)$, qui sera la dernière obtenue. L'intersection de cette courbe avec l'axe n° m fera connaître les racines réelles comprises entre 0 et 1.

La méthode que l'on vient d'indiquer ne diffère pas au fond de celle qui est donnée dans l'*Encyclopédie méthodique*, à l'article CONSTRUCTION DES ÉQUATIONS, et qui a pour objet de décrire la machine appelée *Constructeur universel*. La machine, dès le second degré, est à peu près inexécutable, et elle possède tant de tiges et tant d'articulations, qu'elle ne pourrait sans doute pas fonctionner. Mais la construction graphique s'applique sans difficulté. On commence par prendre pour unité un intervalle OA suffisamment grand ; on partage l'intervalle en parties égales par un certain nombre de parallèles équidistantes. Le T sert à tracer les parallèles mr, et un fil tendu en ligne droite réalise les obliques Or, que l'on ne trace pas. Il est inutile de tracer les courbes auxiliaires ; il suffit d'en déterminer les points, sans conserver les lignes qui ont servi à les obtenir. L'épure faite dans ces conditions ne sera pas chargée de constructions, et l'on se bornera à y tracer la courbe définitive qui fait connaître la solution. Il est clair qu'on est maître de choisir pour mesurer les y une unité de hauteur, distincte de l'unité des bases.

Prenons pour exemple l'équation du troisième degré

$$x^3 - 2x^2 + 3x - 1 = 0.$$

Nous aurons

$$y_1 = x - 2, \qquad y_2 = y_1 x + 3, \qquad y = y_2 x - 1.$$

L'épure s'établit comme il suit :

Les axes successifs sont : OX pour la droite CD, dont les ordonnées sont les valeurs de y_1;

O'X' pour la parabole OD, dont les ordonnées sont y_2;

O''X'' pour la courbe définitive O$pp'p''$D, qui coupe cet axe en α, et fait connaître la racine $\frac{O\alpha}{OA}$, égale à 0,43 environ. Cette valeur peut servir de point de départ à l'application d'une méthode d'approximation.

On remarquera : 1° que les distances des axes OX successifs sont déterminées par les coefficients de l'équation donnée, à partir du 3me : $OO' = 3$, $O'O'' = -1$;

2° Que toutes les lignes tracées, depuis la droite CD jusqu'à la courbe définitive, passent par le même point D, sur la parallèle à l'axe OY menée à l'unité de distance.

Si l'on voulait les racines réelles en dehors de l'intervalle 0 et 1, on

Digitized by Google

devrait changer successivement dans l'équation x en $\frac{1}{x}$, x en $-x$, x en $-\frac{1}{x}$, ce qui ramènera les racines réelles à être comprises entre ces deux limites. On peut aussi réduire toutes les racines positives à être

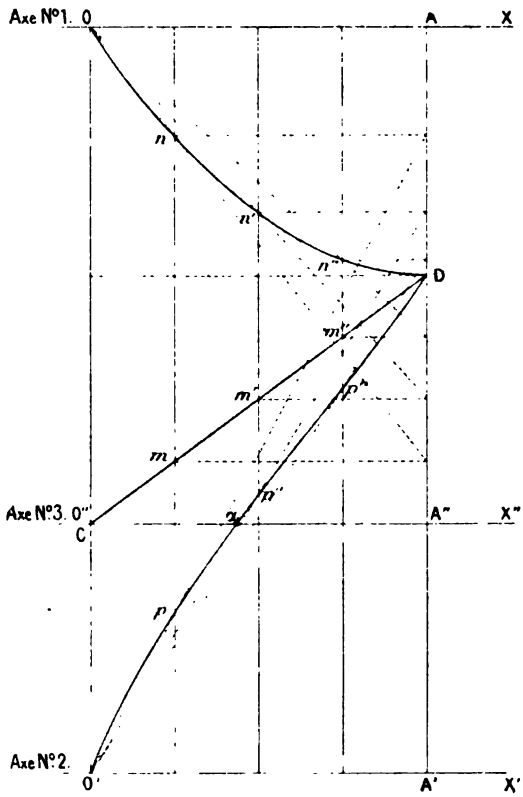


FIG. 16.

comprises entre 0 et 1 ; car si l'on appelle l une limite supérieure des racines, il suffit de prendre pour inconnue le rapport $\frac{x}{l} = x'$, pour ramener toutes les racines positives à une valeur inférieure à l'unité.

PROBLÈME.

Étant donnée dans le plan de deux axes OX, OY, *une courbe* OD, *passant par l'origine, reconnaître si cette courbe est une courbe parabolique d'un degré entier* m, *et trouver le degré* m.

Digitized by Google

Faisons choix d'une longueur OA que nous prendrons pour unité, menons la droite AB, parallèle à l'axe OY ; puis faisons subir à la courbe OD une transformation directe qui laisse en place le point D, qui fait passer le point m en m', et qui transforme le point O en un point O', obtenu en menant en O la tangente à OD, et en projetant en OY le point R où elle coupe la droite AB. La courbe donnée OmD donne naissance à une ligne O'm'D, et si cette ligne est droite, la courbe OD qui s'en déduit par la transformation inverse est une parabole du second degré.

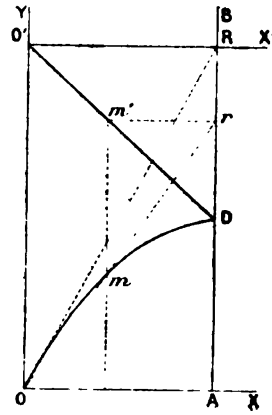


Fig. 17.

Si elle n'est pas droite, on la transformera par l'opération directe, en partant de la nouvelle origine O' ; on obtiendra une troisième courbe O''D, de laquelle on déduira de même une quatrième courbe O'''D, en faisant usage de la nouvelle origine O'', et ainsi de suite. On s'arrêtera à la ligne transformée qui s'approchera le plus de la ligne droite, et on substituera à cette courbe la droite, issue du même point sur l'axe OY, qui en diffère le moins. Le nombre de transformations opérées, augmenté d'une unité, fera connaître le degré m de la courbe primitive ; et les coefficients de la fonction entière sont donnés par les quantités positives ou négatives, telles que OO', dont on déplace successivement un axe OX pour l'amener à sa position nouvelle O'X'.

Problème.

Étant donnés dans un plan trois points C, M, D, *non en ligne droite, et un axe* ZZ, *faire passer par ces trois points une parabole dont l'axe soit parallèle à* ZZ.

Par les trois points menons des parallèles à ZZ. Faisons choix d'un axe arbitraire, ZX, et transformons M en M' par l'opération CMRM'. Menons la droite DM' qui coupe en C' la parallèle CY. La transformation inverse de la droite DC', faite à l'aide de l'origine C et de la droite AB parallèle à CY, donnera la parabole cherchée CmMD.

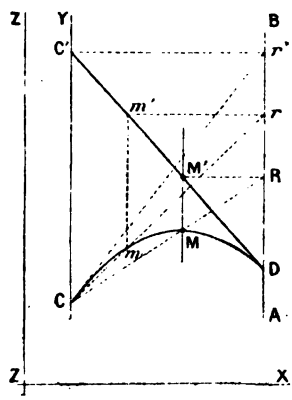


Fig. 18.

Digitized by Google

Intégration de certaines équations différentielles

La transformation directe, définie par la relation $y_n = \frac{l^n y}{x^n}$, ou la transformation inverse, $y = \frac{x^n y_n}{l^n}$, peut dans certains cas rendre intégrable

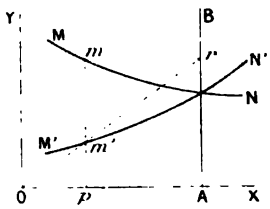


Fig. 19.

une équation différentielle qui ne le serait pas par elle-même. Nous n'en donnerons qu'un exemple connu, celui des équations différentielles homogènes. On peut toujours les supposer ramenées à la forme

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = F\left(\frac{y}{x}\right).$$

On les intègre en posant $y = zx$, ce qui conduit à l'équation

$$(2) \qquad dx = \frac{dz}{f(z) - z}.$$

où les variables sont séparées. La transformation revient en réalité à opérer une transformation inverse, dans laquelle on a pris la longueur l pour unité. L'équation (2) s'intégrera par quadratures. A chaque courbe MN satisfaisant à l'équation (2) correspondra une courbe M'N' satisfaisant à l'équation (1), et pour passer de l'une à l'autre, il suffira de faire l'opération définie par le trajet mrO.

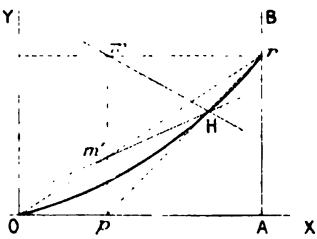


Fig. 20.

Les deux tangentes en m et m', points qui correspondent à une même abscisse $x = Op$, se coupent en un point H situé sur la diagonale pr du rectangle $pArm$. On peut chercher le lieu de ce point H lorsque le point m' parcourt le rayon Or, et que le point m se meut sur l'horizontale rm.

Pour trouver l'équation de la courbe lieu des points H, rétablissons la quantité $l = OA$, que nous avions supposée jusqu'ici égale à l'unité. Soit a le coefficient angulaire du rayon Or, et m le coefficient angulaire, constant pour tous les points m' pris sur ce rayon, de la tangente à la courbe (1) qui passe par ces points. On a, en effet, $m = F(a)$. Cela posé,

Digitized by Google

la tangente $m'H$ a pour équation, en appelant Y et X les coordonnées variables d'un de ces points, et x l'abscisse Op du point m',

$$Y - ax = m(X - x),$$

et la diagonale pr est représentée par l'équation

$$Y = \frac{la}{l - x}(X - x).$$

Éliminons x entre ces deux équations ; il vient pour l'équation finale

$$(3) \qquad Y^2 - mXY + (m - ra)\,lY + a^2lX = 0,$$

équation d'une courbe du second ordre, qui passe par l'origine O et par le point r, où elle touche la droite AB. La courbe est généralement une courbe à centre. Elle devient parabolique lorsque $m = 0$. Lorsque m est infini, elle se réduit aux deux droites OX, AB. A chaque rayon Or correspond une courbe (3).

Courbes roulantes

La transformation géométrique directe peut être appliquée à la résolution du problème très général suivant : Étant donnée une série de cercles concentriques, décrire une courbe MN qui coupe chacun de ces cercles sous un angle α donné en fonction du rayon $r = OA$.

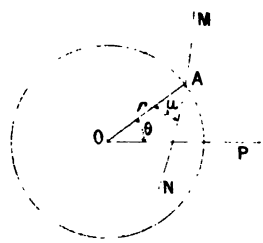


Fig. 21.

Rapportons la courbe MN à des coordonnées polaires, en faisant choix d'un axe polaire OP, à partir duquel nous compterons les angles $AOP = \theta$. L'angle μ formé par la tangente à la courbe MN avec le rayon vecteur est le complément de l'angle α que la courbe fait avec la circonférence; l'angle μ est donc donné en fonction du rayon r, et soit

$$\operatorname{tang} \mu = F(r)$$

l'équation qui lie ces deux quantités. Mais on a

$$\operatorname{tang} \mu = \frac{r\,d\theta}{dr}.$$

Digitized by Google

L'équation différentielle de la courbe est donc

$$\frac{rd\theta}{dr} = F(r)$$

ou bien

$$d\theta = \frac{F(r)dr}{r},$$

en séparant les variables. Nous pouvons construire en coordonnées rectangles la courbe

$$y = F(r),$$

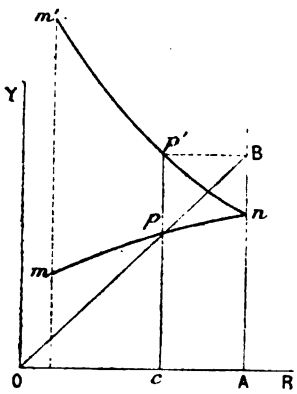


FIG. 22.

en regardant r comme l'abscisse, et $F(r)$ comme l'ordonnée correspondante. Soit mn la courbe représentative de la fonction. Prenons sur OR une longueur arbitraire $OA = l$, et menons AB parallèle à OY. Puis faisons subir à mn la transformation directe, par le tracé $OpBp'$. La courbe se transforme en une autre $m'p'n'$, dont l'équation est

$$z = l\frac{y}{r} = l\frac{F(r)}{r}$$

et par conséquent les aires zdr de la seconde courbe sont égales, au facteur l près, aux aires $\frac{F(r)dr}{r}$ ou à $d\theta$. On aura donc

$$\theta - \theta_0 = \frac{1}{l}\int_{r_0}^{r} zdr$$

et le problème sera résolu par la quadrature de la courbe transformée.

Ce problème se présente très fréquemment dans la mécanique. Il comprend le problème des courbes roulantes, le problème des trajectoires décrites par un point soumis à l'attraction d'un centre fixe, le problème du tracé des lignes géodésiques d'une surface de révolution, etc.

PROBLÈME DE QUADRATURE

Proposons-nous de déterminer dans une courbe donnée, rapportée à des coordonnées cartésiennes, l'ordonnée finale qui assure à l'aire de cette courbe $\int_a^x f(x)dx$ une valeur déterminée S.

Digitized by Google

Pris dans toute sa généralité, ce problème comprend la résolution des équations à une seule inconnue, algébriques ou transcendantes. Car si l'on a à résoudre l'équation

$$F(x) = 0,$$

on peut regarder $F(x)$ comme l'aire de la courbe

$$y = F'(x),$$

prise à partir d'une origine a arbitraire jusqu'à une limite inconnue x, et l'équation $F(x) = 0$ reviendra à l'équation

$$\int_a^x F'(x)dx = F(a).$$

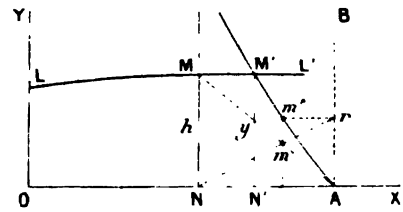


FIG. 23.

En pareille matière, on ne peut en général procéder que par approximations successives. Soit LL′ la courbe $y = f(x)$. Déterminons l'aire de la courbe entre l'ordonnée initiale et une ordonnée arbitraire NM. On trouvera généralement pour cette aire une quantité A différente de S. Pour parfaire la surface donnée, il faut donc ajouter à A une tranche, positive ou négative, telle que MNN′M′, égale à la différence S — A prise avec son signe. Et si cette différence est suffisamment petite en valeur absolue, l'arc additionnel MM′ sera lui-même très petit et pourra être confondu avec une ligne droite ; ce qui transforme la figure MNN′M′ en un trapèze, dont la surface sera $\frac{1}{2}(h + y)x$, en appelant h l'ordonnée MN, y la nouvelle ordonnée finale M′N′, et x l'intervalle des deux ordonnées. La surface à réaliser, S — A, peut être représentée par un triangle MNA, qui aura pour hauteur h et pour base NA $= l$; la surface est $\frac{1}{2}hl$. Le lieu du point M′ qui assure au trapèze une aire constante, rapporté aux axes NX, NM, est donc l'hyperbole représentée par l'équation

$$(h + y)x = hl;$$

ou bien

$$xy = h(l - x).$$

Cette hyperbole construite coupera la courbe donnée au point M′ cherché. La solution n'est qu'approximative, puisque l'arc MM′ n'est pas rigoureusement rectiligne. On pourra, si l'approximation n'est pas suffisante, procéder à une nouvelle approximation.

Digitized by Google

L'équation de l'hyperbole que nous venons de trouver peut être ramenée à un type qui servira dans tous les cas, moyennant un simple changement des échelles des hauteurs et des bases. Prenons en effet l pour unité des bases et h pour unité des hauteurs, et posons

$$x = lx',$$
$$y = hy',$$

il viendra pour l'équation-type

$$x'y' = 1 - x';$$

elle ne renferme plus aucun paramètre, et on peut réduire en table les valeurs de y' en fonction de x', cette table pouvant s'appliquer à tous les cas particuliers.

$x' = 0,1$	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
$y' = 9$	4	$2\frac{1}{3}$	$\frac{3}{2}$	1	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{9}$	0

Mais on peut aussi construire l'hyperbole en appliquant la transformation directe à la droite MA, le point N étant pris pour origine et la longueur $l = NA$ étant l'intervalle entre les deux parallèles NM, AB. On a, en effet, pour l'équation de la droite AM, rapportée aux axes NX, NM

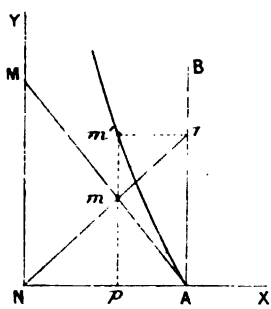


Fig. 24.

$$y = h\left(1 - \frac{x}{l}\right).$$

La transformation appliquée à un point m de la droite conduit au point m' de la courbe transformée ; appelant z l'ordonnée nouvelle pm', on aura $y = \frac{xz}{l}$. Donc l'équation de la courbe m' devient

$$\frac{xz}{l} = h\left(1 - \frac{x}{l}\right), \qquad \text{ou bien} \qquad xz = h(l - x),$$

c'est-à-dire l'équation même de l'hyperbole qu'il s'agit de tracer. En quelques traits on pourra toujours achever, dans chaque cas particulier, la portion utile de la courbe.

Digitized by Google

APPLICATION AU PROBLÈME DE LA FLEXION DES POUTRES DROITES.

On suppose une poutre droite AB, de longueur l, chargée de poids répartis d'une manière quelconque, et posée en A et B sur deux appuis de niveau. Si l'on appelle y l'ordonnée de la fibre moyenne déformée sous l'action des forces, et x l'abscisse correspondante, mesurée à partir de l'appui A, l'équation différentielle de la courbe dessinée par la fibre moyenne sera

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f(x),$$

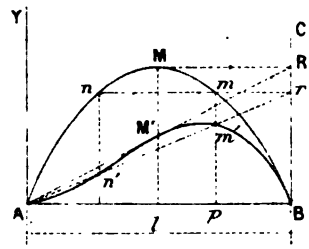


FIG. 25.

la fonction $f(x)$ étant la fonction qui représente en chaque point la valeur du *moment fléchissant* μ développé en ce point, divisé par le produit EI, du coefficient d'élasticité E par le moment d'inertie I de la section transversale de la poutre. Soit AMB la courbe des valeurs de $f(x)$ ou de $\frac{\mu}{EI}$.

L'intégration de cette équation du second ordre, sous la condition que la courbe intégrale passe encore par les points A et B, conduit à la relation

$$y = x\int_0^x f(x)dx - \int_0^x xf(x)dx - x\int_0^l f(x)dx + \frac{x}{l}\int_0^l xf(x)dx.$$

Elle donne, en effet, $\frac{d^2y}{dx^2} = f(x)$, et de plus $y = 0$ pour $x = 0$ et pour $x = l$.

Dans cette équation figurent deux quadratures, $\int_0^x f(x)dx$ et $\int_0^x xf(x)dx$, et les valeurs complètes de ces intégrales, quand on les applique à toute la portée l.

La première représente les aires de la courbe AMB, commençant en A, et se terminant à une ordonnée mp variable.

Pour avoir la courbe dont les aires sont représentées par la seconde intégrale, nous n'avons qu'à transformer par l'opération inverse la courbe AMB, en nous servant de la longueur l pour intervalles des deux parallèles AY, BC; le point m, par le trajet mrA, se transforme en m'. On obtient aisément un nombre suffisant de points n', M', m' pour tracer la

Digitized by Google

courbe. A la tangente horizontale de la courbe AMB, c'est-à-dire au point le plus haut M, correspond dans la courbe transformée un point M′ où la tangente est la droite AM′B elle-même. Les aires de la courbe AM′B feront donc connaître les valeurs successives de $\frac{1}{l}\int_0^x xf(x)dx$, et par conséquent la valeur de l'ordonnée y pour un point quelconque défini par l'abscisse $x = \mathrm{A}p$, est donnée par l'équation

$$y = \omega x - l\omega' - \Omega x + \Omega' x,$$

ω étant l'aire variable $\mathrm{A}mp$, ω' l'aire variable correspondante $\mathrm{A}m'p$, et Ω, Ω' les valeurs complètes de ces aires, prises de l'appui A à l'appui B.

La même construction peut encore être appliquée au tracé de la courbe des pressions dans une voûte en berceau. Si l'on rapporte la courbe à deux axes, dont l'un OY coïncide avec le joint à la clef, l'autre OX avec la tangente à la courbe au point O, l'équation de la courbe est

$$y = x\int_0^x f(x)dx - \int_0^x xf(x)dx,$$

$f(x)$ étant la charge qui pèse sur l'élément de longueur dx pris sur l'axe des abscisses.

§ III

La construction indiquée peut servir à réaliser dans le plan le mouvement d'un point obéissant à une loi donnée.

Soit $x = f(t)$ l'équation du mouvement d'un point P, le long de l'axe fixe OX. Soit $z = \varphi(t)$ l'équation du mouvement d'un second point R mobile le long de la droite AB, menée parallèlement à l'axe OY, à la distance $\mathrm{OA} = l$. Le mouvement du point M situé à la rencontre de la droite OR avec l'ordonnée PM est entièrement défini par les deux équations

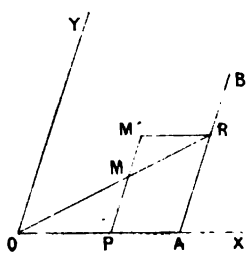


FIG. 26.

$$x = f(t),$$
$$y = \frac{xz}{l} = \frac{f(t)\varphi(t)}{l} = \mathrm{F}(t).$$

Il est possible que le mouvement $z = \varphi(t)$ sur la droite fixe AB soit plus facile à réaliser que le mouvement $y = \mathrm{F}(t)$ sur l'ordonnée mobile PM.

Digitized by Google

Les deux équations

$$x = f(t),$$
$$z = \varphi(t),$$

prises ensemble, définissent le mouvement du point M', transformé du point M.

Examinons les relations qui lient les composantes de la vitesse du point M à la vitesse du point R. Posons $\frac{z}{l} = p$, coefficient angulaire de la droite OR dans le système d'axes OX, OY. On aura

$$y = px;$$

d'où l'on tire

$$\frac{dy}{dt} = p\frac{dx}{dt} + x\frac{dp}{dt},$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = p\frac{d^2x}{dt^2} + 2\frac{dp}{dt}\frac{dx}{dt} + x\frac{d^2p}{dt^2},$$

équations qui font connaître les composantes parallèles à OY de la vitesse et de l'accélération du point M.

On peut faire sur ces équations les remarques suivantes :

1° Si les mouvements des points P et R sur les droites OX, AB sont semblables, c'est-à-dire si l'on a toujours un rapport constant, m, entre les segments OP, AR, le mouvement du point M est parabolique.

De l'équation $$z = mx,$$

on tire en effet $$y = \frac{xz}{l} = \frac{mx^2}{l},$$

équation d'une parabole tangente en O à l'axe OX.

Il en est ainsi, par exemple, dans le mouvement élémentaire d'un point le long d'un arc infiniment petit de sa trajectoire. Soit θ la durée du parcours de l'arc OB. Prenons

$$OA = v\theta,$$

sur la tangente $$AB = \frac{1}{2}j\theta,$$

v désignant la vitesse et j l'accélération totale du point mobile. Nous pourrons imaginer que le point M est dirigé par le mouvement uniforme du point P, parcourant la droite OA avec une vitesse v, et par le mouve-

Digitized by Google

ment du point R, également uniforme et s'opérant le long de AB avec une vitesse $\frac{jl}{2v}$. Les deux mouvements, pris ensemble, définissent le mouvement uniforme du point M′ sur la corde OB. Le mouvement parabolique du point M se déduit du mouvement uniforme de M′ par l'opération inverse M′RO.

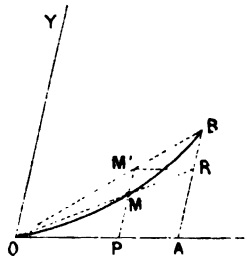


FIG. 27.

2° Deux mouvements uniformes quelconques, l'un suivant OX, l'autre suivant AB, donnent au point M un mouvement parabolique, pour lequel, l'accélération est constante et parallèle à OY.

Soit, en effet

$$x = at + b.$$
$$z = l(a't + b');$$

il viendra

$$\frac{dx}{dt} = a, \qquad \frac{dp}{dt} = a',$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0, \qquad \frac{d^2p}{dt^2} = 0.$$

Donc

$$\frac{dy}{dt} = (a't + b')a + (at + b)a' = 2aa't + (ab' + ba'),$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = 2aa'.$$

3° Le mouvement parabolique des corps pesants en donne un exemple.

Soit OA la tangente au point de départ, AB une verticale menée arbitrairement à la distance OA $= l$ de l'origine O ; M une position du mobile à l'époque t ; OP $= x$ l'abscisse, PM $= y$ l'ordonnée, et $z =$ AR le segment intercepté sur la verticale AB par la droite OM et l'axe OX. Si l'on appelle V la vitesse initiale, on aura

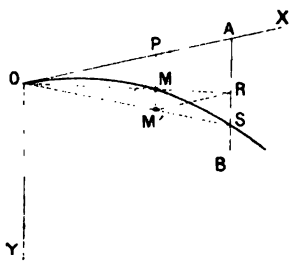


FIG. 28.

$$x = Vt,$$

$$y = \frac{1}{2} gt^2,$$

$$z = l\frac{y}{x} = \frac{lg}{2V} t;$$

de sorte que le point R a un mouvement uniforme. Le mouvement du point M, projeté coniquement du point O sur une verticale AB, est uni-

Digitized by Google

forme; de même que le mouvement du point M', transformé de M, et défini par les coordonnées x et z.

4° Supposons que le mouvement du point M satisfasse à la loi des aires égales en temps égaux autour du point O. La condition s'exprime par l'équation

$$y\frac{dx}{dt} - x\frac{dy}{dt} = A,$$

A étant une constante. On déduit des équations générales

$$px\frac{dx}{dt} - x\left(p\frac{dx}{dt} + x\frac{dp}{dt}\right) = -x^2\frac{dp}{dt} = A;$$

c'est-à-dire

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{A}{x^2},$$

de sorte que la vitesse du point R est inversement proportionnelle au carré de l'abscisse OP. Le mouvement du point M' satisfait donc à l'équation différentielle

$$\frac{1}{l}\frac{dz}{dt} = -\frac{A}{x^2},$$

et z se trouve défini en fonction de t par l'équation

$$z = C - \int \frac{lA}{x^2}\,dt,$$

où x doit être remplacé par sa valeur en fonction du temps.

Si, au contraire, on se donne une relation entre x et z, définissant la courbe lieu du point M', on aura

$$dt = -\frac{1}{lA}x^2dz,$$

qui déterminera la loi du mouvement de ce point M', sous la condition d'assurer une vitesse aréolaire constante au point M, transformé de M'.

Problème. — Un point M se meut dans un plan. On demande la condition nécessaire et suffisante pour que le mouvement de la perspective de ce point, vu du point O donné et projeté sur une droite AB qui reste à déterminer, soit uniforme.

Soient x' et y' les coordonnées du point M,

et $$x' = f(t), \qquad y' = \varphi(t),$$

Digitized by Google

les équations connues de son mouvement rapporté à des axes OX, OY menés par le point O. Soit AB la droite cherchée et

$$(1) \qquad y = ax + b$$

son équation. Appelons x et y les coordonnées du point M'. Si l'une de ces coordonnées est une fonction linéaire du temps t, l'autre sera également une fonction linéaire de la même variable. On aura

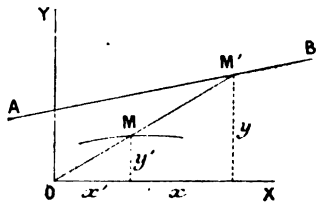


FIG. 29.

$$(2) \qquad \frac{y}{x} = \frac{y'}{x'} = \frac{\varphi(t)}{f(t)} = F(t)$$

en appelant $F(t)$ une fonction connue du temps.

Les équations (1) et (2) définissent le point M'. Éliminant y entre ces équations, il vient

$$xF(t) = ax + b,$$

ou bien :

$$x = \frac{b}{F(t) - a},$$

et cette relation doit se réduire à une fonction linéaire du temps t. La dérivée, par rapport au temps, de cette fonction doit donc être constante.

Posons $F(t) = \theta$. Il viendra

$$\frac{dx}{dt} = -\frac{b\dfrac{d\theta}{dt}}{(\theta - a)^2},$$

que nous pouvons égaler à la constante $-b\lambda$; ce qui revient à poser

$$\frac{d\theta}{(\theta - a^2)} = \lambda dt,$$

d'où l'on déduit

$$(3) \qquad \theta = a + \frac{1}{C - \lambda t} = F(t).$$

La fonction $F(t)$, rapport des fonctions qui définissent le mouvement du point M, est donc égale, à une constante près, à l'inverse d'une fonction linéaire du temps t. La solution est indépendante de l'ordonnée à l'origine b ; car si le mouvement de M', projeté coniquement sur AB, est uniforme, il en sera de même pour la projection sur toute autre droite parallèle.

La solution suppose a fini, et ne s'applique pas au cas où la droite AB

Digitized by Google

serait parallèle à OY. Dans ce cas, x serait constant et égal à l, et y serait égal à $l\mathrm{F}(t)$. Il faudrait donc que $\mathrm{F}(t)$ fût une fonction linéaire du temps t; de sorte que la condition nécessaire et suffisante est que *la fonction* $\mathrm{F}(t)$, *rapport des fonctions* f *et* φ *qui définissent le mouvement donné, soit une fonction linéaire du temps, ou qu'elle soit, à une constante près, l'inverse d'une fonction linéaire de* t.

§ IV

Jusqu'à présent nous avons supposé que l'ordonnée y ou l'ordonnée z étaient données en fonction de l'abscisse x. On peut examiner aussi le cas où l'on établirait entre y et z une relation quelconque, et où l'équation

$$y = \frac{xz}{l}$$

servirait à trouver la relation entre y et x qui définit la courbe correspondante. Si l'on fait, par exemple,

$$z = \varphi(y),$$

φ désignant une fonction arbitrairement choisie, on en déduira

$$y = \frac{x\varphi(y)}{l}$$

pour l'équation de la courbe qui, transformée en (x, z), assurera la relation $z = \varphi(y)$ entre les deux ordonnées correspondantes à la même abscisse x. Si l'on prend pour $\varphi(y)$ des fonctions simples, on arrive à quelques résultats intéressants.

1° Soit d'abord $y + z = a$, a désignant une constante; on aura pour équation de la courbe primitive

$$(1) \qquad y = \frac{x(a - y)}{l},$$

qui représente une hyperbole passant par le point O. Elle a pour centre C le point $x = -l$, $y = a$; ses asymptotes sont parallèles aux axes coordonnés. Elle se transforme dans l'hyperbole $a - z = \frac{xz}{l}$, symétrique de l'hyperbole (1) par rapport à la droite $y = \frac{a}{2}$.

Digitized by Google

Si l'on posait $z - y = a$, on trouverait de même une hyperbole

$$(2) \qquad y = \frac{x(a + y)}{l},$$

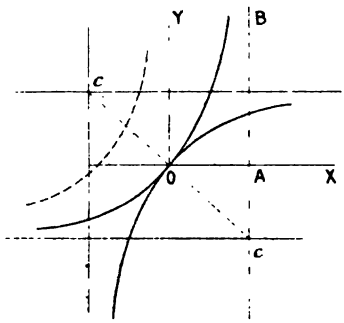


FIG. 30.

qui passerait encore par l'origine, qui aurait ses asymptotes parallèles aux axes coordonnés, mais qui aurait pour centre C′ le point $x = l$, $y = -a$. Elle est symétrique de l'hyperbole (1) par rapport au point O. Elle se transforme, par l'opération directe, en l'hyperbole

$$z - a = \frac{xz}{l},$$

qui n'est autre que l'hyperbole (2) donnée, déplacée de la quantité a parallèlement à l'axe OY.

2° Faisons ensuite $\qquad yz = a^2.$

On en déduit $\qquad y = \dfrac{x \cdot \dfrac{a^2}{y}}{l} = \dfrac{a^2}{l}\dfrac{x}{y},$

ou bien $\qquad y^2 = \dfrac{a^2}{l}x,$

équation d'une parabole dont l'axe est parallèle à l'axe OX.

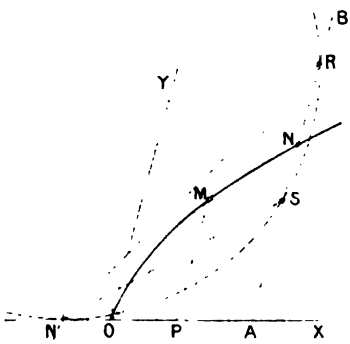


FIG. 31.

La courbe transformée a pour équation

$$\frac{a^2}{z} = \frac{xz}{l}, \quad \text{ou bien} \quad z^2 = \frac{la^2}{x}.$$

Soit ON un arc de parabole, OX la direction du diamètre qui passe au point O, OY la tangente conjuguée à ce diamètre. Prenons $OA = l$ et menons AB parallèle à OY. On aura, en prenant un point M et en menant OMR et MS.

$$AS = y, \qquad AR = z,$$

Digitized by Google

et par conséquent $yz = a^2$. Or, on a $y = a$ pour $x = l$. Par suite

$$AS \times AR = \overline{AN}^2.$$

Si l'on prend $AN' = AN$ sur l'axe OX à partir du point A, le cercle mené par S et R tangentiellement à OX touchera l'axe des x au point N'. Lorsque $l = a$, ce point N' coïncide avec le point O.

A cette propriété géométrique correspond une propriété mécanique des cordes SN', RN'; si l'on suppose horizontal l'axe OX, les deux cordes SN', RN' seront parcourues dans des temps égaux par deux mobiles pesants, abandonnés sans vitesse en R et en S. Cette propriété appartient aux cordes RO, SO lorsque $l = a$, ou lorsque le point N est situé sur la bissectrice de l'angle des axes.

3° Si l'on fait $y = Kz$, K étant un nombre constant, on trouve pour l'équation de la courbe primitive $y = \frac{xy}{Kl}$,

ce qui n'est compatible avec x variable qu'autant que l'on a $y = 0$. La courbe est donc réduite à l'axe OX lui-même.

Enfin, on peut représenter d'une infinité de manières une fonction

$$z = \varphi(y)$$

par l'ensemble de deux courbes, dont les ordonnées soient respectivement égales à z et y, ces ordonnées correspondant à une même abscisse x, déterminée en fonction de z et de y par l'équation

$$x = l \times \frac{y}{z} = l \times \frac{y}{\varphi(y)}.$$

La relation entre z et y sera telle qu'on puisse déduire l'une des ordonnées de l'autre par l'opération directe, ou par l'opération inverse. Il est à remarquer que la fonction la plus simple, $z = Ky$, est représentée dans ce système par deux droites qui coïncident avec la parallèle à l'axe OY menée au point dont l'abscisse est $\frac{l}{K}$, et qu'elle échappe par suite à ce mode de représentation.

Digitized by Google

M. Rodolphe GUIMARÃES

Membre de l'Académie royale des Sciences, Lieutenant de l'État-major du génie, à Lisbonne.

BOSTON MEDICAL LIBRARY DEC 10 1896 — Seamen's Fund Fund —

SUR LES SECTIONS PLANES DES CONES QUELCONQUES DU SECOND DEGRÉ [L² 2 o]

Tout cône oblique ayant pour base une conique peut toujours être coupé par un plan suivant une des trois coniques; on peut donc choisir pour plan de base celui qui donne une section elliptique, ce qui réduit notablement la question sans lui faire perdre son caractère de généralité.

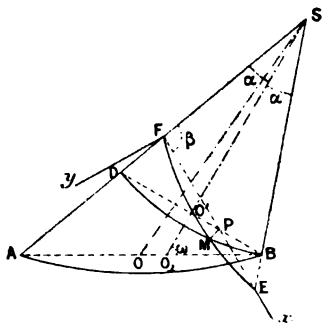


Fig. 1.

Le cône du deuxième degré, ainsi que toute surface du second ordre à centre unique, a trois plans diamétraux principaux et trois axes. Dans le cas en question, les plans diamétraux principaux sont : celui mené par le sommet parallèlement à la base et ceux menés par le sommet et contenant, chacun, l'un des axes de la courbe de base. En outre, l'un des axes de la surface conique considérée joint son sommet au centre de l'ellipse prise pour base.

Imaginons maintenant un cône de révolution circonscrit au cône donné ; toute section, telle que BMD *(fig. 1)*, conduite perpendiculairement à l'axe SO_1 du cône de révolution, bissectrice de l'angle $A\widehat{S}B$, donnera une courbe fermée, qui sera une ellipse, puisque si c'était un cercle, le cône serait de révolution, ce qui est contraire à l'hypothèse.

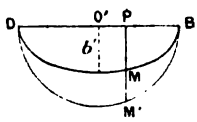


Fig. 2.

Une section quelconque EMF, faite sur le cône donné, coupera la section normale BMD à l'axe du cône de révolution suivant l'ordonnée MP, commune à deux sections, de même que le cône circonscrit au cône donné suivant une ellipse, dont l'ordonnée MP *(fig. 2)* appartient évidemment au cercle décrit sur BD pris comme diamètre.

Digitized by Google

Or, d'après un théorème bien connu, on a :

$$\frac{PM}{PM'} = \frac{b'}{a'}$$

a' et b' désignant les axes de la section faite dans le cône.

De même :

$$\overline{PM'}^2 = PB \,.\, PD$$

et si l'on désigne par y l'ordonnée PM de la section circulaire faite sur le cône donné, on aura :

$$y^2 = \frac{b'^2}{a'^2} \,.\, PB \,.\, PD. \qquad (A)$$

On voit aisément, d'après la figure

$$a' = (a - \delta) \,.\, \sin \omega$$

$$\frac{SO_1}{SO = h} = \frac{ab'}{b\sqrt{a^2 - \delta^2}} \quad \text{ou} \quad \frac{h - (a - \delta) \,.\, \cos \omega}{h} = \frac{ab'}{b\sqrt{a^2 - \delta^2}},$$

d'où :

$$b' = \frac{b}{a}\sqrt{a^2 - \delta^2}\left(1 - \frac{a - \delta}{h} \cdot \cos \omega\right)$$

a et b étant les demi-axes de l'ellipse de base et δ la distance du centre de l'ellipse au point O_1 où l'axe du cône de révolution perce le grand axe de l'ellipse, distance qui est fonction de l'obliquité ω.

L'expression (A) deviendra donc, d'après les expressions précédentes :

$$y^2 = \frac{b^2}{a^2}\left(\frac{a + \delta}{a - \delta}\right) \cdot \left(\text{coséc } \omega - \frac{a - \delta}{h} \cdot \text{cotang } \omega\right)^2 . \; PB \,.\, PD. \quad (B)$$

En désignant par α l'angle $A\widehat{S}O_1 = B\widehat{S}O_1$; par β l'angle $\widehat{SFE}$, et par d, la distance SF, on voit que les deux triangles DFP et BPE, donnent

$$PD = \frac{\varphi \sin \beta}{\cos \alpha}; \quad PB = 2d \,.\, \sin \alpha - \frac{\alpha \sin (\beta + 2\alpha)}{\cos \alpha},$$

ce qui ramène l'expression (B) à

$$y^2 = \frac{b^2}{a^2}\left(\frac{a+\delta}{a-\delta}\right) \cdot \left(\text{coséc } \omega - \frac{a-\delta}{h} \,.\, \cot \omega\right)^2 \cdot \left[\frac{2d \,.\, \sin \beta \,.\, \sin \alpha}{\cos \alpha}\varphi - \frac{\sin \beta \,.\, \sin (\beta + 2\delta)}{\cos^2 \alpha}\varphi^2\right]$$

formule générale des sections planes faites sur un cône quelconque du deuxième degré.

Digitized by Google

Tâchons d'obtenir maintenant la condition pour que le cône donné admette des sections cycliques.

En effet, il en existe dès que :

$$A^2 \frac{b^2}{a^2} \cdot \frac{\sin\beta \cdot \sin(\beta + 2\alpha)}{\cos^2\alpha} = 1$$

en faisant pour abréger :

$$A = \left(\text{coséc}\,\omega - \frac{a}{h}\,\text{cotang}\,\omega\right)\sqrt{\frac{\alpha + \delta}{\alpha - \delta}}.$$

Cette relation peut se mettre sous la forme :

$$\cos 2(\beta + \alpha) = \cos 2\alpha - 2A^2 \cdot \frac{a^2}{b^2} \cdot \cos^2\alpha. \qquad \text{(C)}$$

Cette égalité, si elle se vérifie, donne la condition suivante :

$$-1 \leqq \cos 2\alpha - 2A^2 \cdot \frac{a^2}{b^2}\cos^2\alpha \leqq 1,$$

ou :

$$0 \leqq \cos^2\alpha - A^2\frac{a^2}{b^2}\cos^2\alpha \leqq 1.$$

ou encore :

$$A^2\frac{a^2}{b^2}\cos^2\alpha \leqq \cos^2\alpha \leqq 1 + A^2\frac{a^2}{b^2}\cos^2\alpha.$$

d'où :

$$a \leqq b \leqq + \sqrt{\frac{1}{A^2}\,\text{séc}^2\alpha + \frac{a^2}{b^2}}.$$

Donc, les deux plans cycliques sont normaux au plan principal qui contient le grand axe de la base.

En supposant que l'équation (C) fournisse une solution :

$$2\beta' + 2\alpha = \varepsilon$$

la solution :

$$2\beta'' + 2\alpha = -\varepsilon$$

vérifie encore l'équation (C), et on aura pour la valeur de β :

$$\beta' = \frac{\varepsilon}{2} - \alpha \qquad \beta'' = -\frac{\varepsilon}{2} - \alpha.$$

Digitized by Google

*
* *

Le Traité de géométrie descriptive de M. de la Gournerie, ainsi que d'autres ouvrages classiques, est un peu incomplet quand il s'occupe des sections planes du cône de révolution.

M. Lebon, dans son *Traité de Géométrie descriptive*, ouvrage très utile à l'enseignement secondaire classique, présente, dans une note (*) sommaire, mais sous une forme assez générale, le théorème suivant que peu

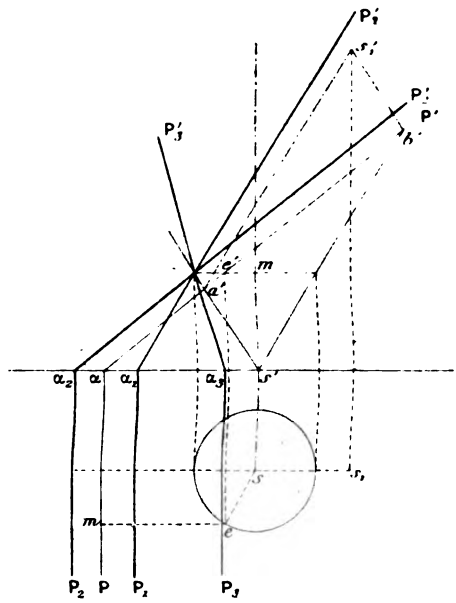


FIG. 3.

d'auteurs semblent avoir employé : *La projection d'une section plane d'un cône de révolution sur un plan* H (fig. 3) *perpendiculaire à l'axe du cône en son sommet, est une conique ayant pour foyer ce sommet et pour directrice l'intersection du plan sécant et du plan* H.

Au point de vue de l'enseignement, il me semble qu'on doit faire application de l'expression qui traduit le théorème susdit à tous les trois genres de sections qu'on peut obtenir sur le cône.

La démonstration du théorème précité, empruntée au traité de M. Lebon, est la suivante : Soit un cône de révolution à axe vertical de sommet s, s'

(*) Vol. II, page 124.

Digitized by Google

dans le plan horizontal H, un plan sécant $P\alpha P'$ perpendiculaire au plan vertical, un point e, $é$ de la section et une perpendiculaire em à αP. On a dans l'espace deux triangles rectangles : l'un Ees, dont l'angle Eme égale l'angle β du plan sécant et du plan horizontal. Ces triangles rectangles donnent :

$$es = Ee \,.\, \text{tang}\, \varepsilon \qquad \text{et} \qquad em = Ee \,.\, \text{cotang}\, \beta$$

d'où

$$\frac{es}{em} = \frac{\text{tang}\, \varepsilon}{\text{cotang}\, \beta} = \text{const}, \qquad \text{(D)}$$

résultat que démontre le théorème, puisqu'il définit une conique par rapport à sa directrice.

Si l'on mène par $é$ une perpendiculaire à la projection verticale de l'axe du cône et une droite parallèle au plan sécant, et si l'on tourne le triangle ainsi formé sur le plan vertical, on a aisément

$$s'\alpha_1 = 2s\varphi \quad \text{ou} \quad \frac{s\varphi}{n\varphi} = 1,$$

ce qui caractérise la section parabolique.

La figure donne aussi, α_1 étant compris entre s' et α_2,

$$s'\alpha_2 \quad \text{ou} \quad n\varphi + s\varphi > 2s\varphi,$$

d'où :

$$\frac{s\varphi}{n\varphi} < 1,$$

ce qui correspond à une section elliptique.

De même, α_3 étant compris entre α_1 et s', on a :

$$s'\alpha_3 \quad \text{ou} \quad n\varphi + s\varphi < 2s\varphi,$$

d'où :

$$\frac{s\varphi}{n\varphi} > 1,$$

qui exprime que la section est une hyperbole.

Malgré cette vérification de l'expression (D) pour les trois genres de sections, qu'on peut se présenter, un doute peut encore être soulevé en ce qui concerne les sections elliptique et hyperbolique.

De ce qui précède, on voit que le sommet du cône est le foyer de la section conique et que l'intersection du plan sécant avec le plan H est sa directrice. Mais l'ellipse et l'hyperbole ayant des foyers au nombre de deux, ainsi que deux directrices, où sont situés l'autre foyer et l'autre directrice ?

Dans les épures qu'on trouve dans les traités de géométrie descriptive,

Digitized by Google

on voit que le foyer se détermine d'après la symétrie de ces courbes.

En tout cas, et même pour faire ressortir la généralité du théorème démontré ci-dessus, on voit que la section elliptique, dont la projection est $a'b$, appartient aussi à un cône qui a $s'_1\ a'$ et sb'_1 pour génératrices extrêmes.

Alors (s_1, s'_1) projeté sur le plan H donne l'autre foyer de l'ellipse, qu'on cherchait.

L'autre directrice est l'intersection du plan sécant avec le plan qui passe par le sommet du cône qu'on vient de considérer.

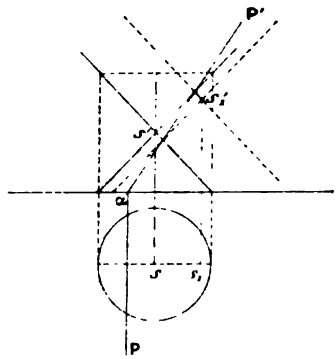


FIG. 4.

S'il s'agit d'une section hyperbolique, on la suppose, de même, appartenir à un autre cône qu'on trouve représenté dans la figure 4, et au moyen duquel on déterminera aisément soit l'autre foyer, soit la directrice.

M. É. LEMOINE

Ancien Élève de l'École Politecnique, à Paris.

LE RAPORT ANHARMONIQUE ÉTUDIÉ AU POINT DE VUE DE LA GÉOMÉTROGRAFIE [K 2 1aδ].

— Séance du 10 août 1894 —

Le raport (*) anharmonique a été étudié de la façon la plus complète dans les aplications si nombreuses que l'on peut en faire pour les démonstrations géométriques, mais son emploi direct aux constructions n'a pour ainsi dire jamais été tenté. La Géométrografie m'a conduit à voir qu'il y avait là cependant un domaine à explorer et nous alons essayer de le montrer en exposant quelques résultats qui se sont présentés à ce propos; ils sufiront pour prouver que c'est, en éfet, une étude méritant l'atension.

(*) Approuvant en principe l'idée d'une simplification *ratinonelle* de notre orthographe, dont la difficulté fait perdre, pour la vaincre, aux enfants un temps qui pourrait être mieux employé, et dont l'illogisme détourne souvent les étrangers de cultiver notre langue, j'ai adopté, dans les mémoires que j'ai présentés à Caen cette année, l'orthographe de la SOCIÉTÉ FILOLOGIQUE FRANÇAISE, 4, place du Louvre, dont le président est M. MALVEZIN, et je dois dire que cette modification à mes habitudes ne m'a coûté aucune peine, aucune perte de temps.

Digitized by Google

Soient A, B. C, D quatre points en ligne droite ; nous convenons que, lorsque nous parlerons, sans le spécifier autrement, du raport anharmonique des quatre points A, B, C, D, ce sera le raport $\frac{BA}{BD} : \frac{CA}{CD}$, et nous faisons la convention analogue pour le raport anharmonique du faisceau O(ABCD).

CONSTRUCTION I. — *Remplacer le raport anharmonique* (ABCD) *par le raport de deus longueurs* $\beta\alpha$, $\beta\delta$.

Par C je trace une ligne quelconque sur laquèle je prends $C\delta = C\alpha$; je trace $A\alpha$, $D\delta$ qui se coupent en O ; je trace OB qui coupe $\alpha\delta$ en β *(fig. 1)*;

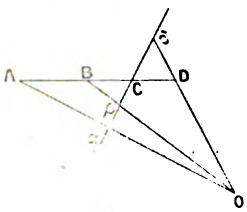


Fig. 1.

$\frac{\alpha\beta}{\beta\delta}$ est le raport cherché, obtenu par le simbole :

Op.: $(7R_1 + 4R_2 + C_1 + C_3)$; simplicité : 13; exactitude : 8; 4 droites, 1 cercle.

Inversement si l'on avait trois points A, C, D et que l'on veuille placer un quatrième point B tel que le raport anharmonique (ABCD) soit doné par le raport de deux lignes m et n, on voit la construction qu'il y a à faire; èle serait assez compliquée grafiquement; il faudrait prendre en éfet une longueur $m + n$, placer son milieu et l'on pourrait alors placer les points α, β, δ, etc., ce qui exigerait 35 opérations élémentaires; nous donerons plus loin une autre construction préférable.

CONSTRUCTION II. — *Étant donés quatre points* A, B, C, D *en ligne droite et prenant un cinquième point* C_1 *sur cète droite, déterminer le point* B_1 *tel que :* (ABCD) = (AB_1C_1D).

A. — Je trace par B et C deus droites quelconques se coupant en O *(fig. 2)* et je trace OD ; je trace par A une droite quelconque coupant respectivement OB, OC, OD en β, γ, δ; je trace γC_1 coupant OD en O'; enfin O'β qui coupe AD en B_1, car

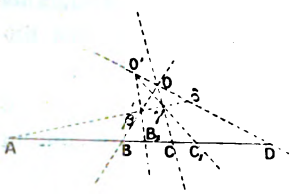


Fig. 2.

$$(ABCD) = (A\beta\gamma\delta) = (AB_1C_1D).$$

B_1 est donc obtenu par le simbole :

Op. : $(9R_1 + 6R_2)$; simplicité : 15; exactitude : 9; 6 droites.

Pour chaque nouveau point doné C_n analogue à C_1 et pour lequel je voudrais déterminer B_n, j'aurai en plus à exécuter. . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Digitized by Google

On obtiendra donc n points par le simbole . . . . . .
. . . . . op. : $[(4n + 5)R_1 + 2(n + 2)R_2]$.

B. — Autre construction plus simple, si AD est la corde d'un cercle tracé. Je trace par C *(fig. 3)* une droite quelconque coupant la circonférence en O et C'_1; je trace OB qui coupe la circonférence en B'_1; je trace C'_1C_1 qui coupe la circonférence en O'; je trace $O'B'_1$ qui coupe AD au point cherché B_1, en éfet

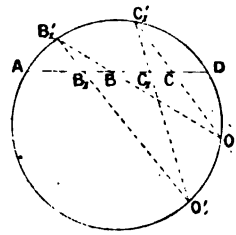


Fig. 3.

$$B'_1(AO'OD) = C'_1(AO'OD).$$

Op. : $(7R_1 + 4R_2)$; simplicité : 11; exactitude : 8; 4 droites.

Pour trouver le point B_2 corespondant à un nouveau point C_2, je n'aurais à tracer que C'_1C_2 coupant la circonférence en O'_2 et O'_1B_1 coupant AD en B_2.
. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Si donc, j'ai besoin de placer ainsi n points B_1, B_2... B_n corespondants à C_1... C_n, ils le seront par. . . . . op.: $[(4n + 3)R_1 + 2(n + 1)R_2]$.

CONSTRUCTION III. — **A.** *Étant donés quatre points* A, B, C, D *en ligne droite, placer un point* M *sur cète droite, tel que* $\frac{AM}{MD} = (ABCD)$.
— **B.** *Étant donés les quatre points* A, C, D, M *placer* B *de façon que* $(ABCD) = \frac{AM}{MD}$.

A. — Je trace *(fig. 4)* une circonférence quelconque passant en A et en D. Soient i le milieu de AD, C_2 et C_3 les extrémités du diamètre perpendiculaire à AD. Je trace CC_2 qui coupe la circonférence en O; je trace OB qui coupe la circonférence en B_1; je trace C_3B_1 qui coupe AD en M, point cherché. En éfet, $O(AB_1C_2D) = C_3(AB_1C_2D)$, puisque les raports sont égaux tous deus au raport, constant pour tous les points O, C_3 de la circonférence, du faisceau qui joint ces points aux quatre points A, B_1, C_2, D de cète circonférence; or $C_3(AB_1C_2D) = (AMiD) = \frac{AM}{MD}$.

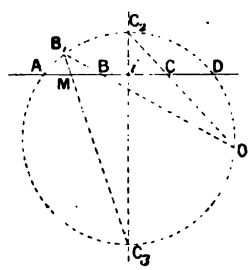


Fig. 4.

Donc (ABCD), raport anharmonique du faisceau $O(ABCD) = \frac{AM}{MD}$:

Op.: $(8R_1 + 4R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3)$; simplicité: 19; exactitude : 12; 4 droites, 3 cercles.

Digitized by Google

Remarque. — Si B et C sont simétriques par raport à i, on a :

$$\frac{MA}{MD} = -\left(\frac{BA}{BD}\right)^2$$

B. — *Pour placer* B *de façon que* $(ABCD) = \frac{AM}{MD}$, on trace come précédemment *(fig. 4)* une circonférence passant par A et D, etc.; on trace les droites CC_2O, C_3MB_1; enfin l'on trace B_1O qui coupe AD en B :

Op.: $(8R_1 + 4R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3)$; simplicité : 19; exactitude : 12; 4 droites, 3 cercles.

Si l'on done un nouveau point γ sur AD pour déterminer β de tèle sorte que $(A\beta\gamma D) = \frac{AM}{MD}$, il ne faut plus que . . . . op.: $(4R_1 + 2R_2)$.

CONSTRUCTION III *bis*. — *Étant donées quatre longueurs* l, m, n, p, *Établir une division de quatre points* A, B, C, D *en ligne droite tèle que* $\left\{\begin{matrix} AB = l \\ AC = m \end{matrix}\right\}$ *et que le raport anharmonique* $\frac{AB}{AC} : \frac{DB}{DC} = \frac{ln}{mp}$.

Je trace deus droites quelconques se coupant en C . . . . op.: $(2R_2)$. Sur l'une d'èles je prends $CA = m$, $AB = l$, AB et AC ayant le même sens . . . . . Op.: $(6C_1 + 2C_3)$.

Sur la seconde droite, je prends $CM = n$ et $MN = p$, MC et MN ayant le même sens . . . . . op.: $(6C_1 = 2C_3)$.

Par M je mène, sans tracer NB, une paralèle à NB. . . . . op.: $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$, laquèle coupe AC en D, car $\frac{AB}{AC} : \frac{DB}{DC} = \frac{ln}{mp}$. En tout :

Op.: $(2R_1 + 3R_2 + 17C_1 + 6C_3)$; simplicité : 28; exactitude : 19; 3 droites, 6 cercles.

CONSTRUCTION III *ter*. — *Étant donés quatre points* A, B, C, D *en ligne droite, réduire le raport anharmonique* $\frac{AB}{AC} : \frac{DB}{DC}$ *au raport de deus droites dont l'une soit l'une des quatre droites* AC, DB, AB, DC.

Si l'on écrit le raport doné des quatre façons suivantes :

$$\frac{\left(\frac{AB.DC}{DB}\right)}{AC}, \quad \frac{\left(\frac{AB.DC}{AC}\right)}{BD}, \quad \frac{AB}{\left(\frac{AC.DB}{DC}\right)}, \quad \frac{DC}{\left(\frac{AC.DB}{AB}\right)},$$

Digitized by Google

on voit que la question est ramenée à construire pour chaque cas une quatrième proportionèle à trois droites. Traitons le premier cas.

Par D je trace une droite quelconque sur laquèle je prends DN = DC . . . . . op.: $(R_1 + R_2 + 2C_1 + C_3)$.

Je trace par A une paralèle à la droite qui passerait en B et en N. . . . . op.: $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 2C_3)$.

Èle coupe DN en M et MN est la longueur cherchée:

Op.: $(3R_1 + 2R_2 + 7C_1 + 3C_3)$; simplicité: 15; exactitude: 10; 2 droites, 3 cercles.

CONSTRUCTION IV. — *Étant donés trois points* A, B, C *d'un cercle, trouver le point* D *de ce cercle tel que le raport anharmonique des quatre points* A, B, C, D *soit égal au raport anharmonique de quatre points donés* L, M, N, P *en ligne droite.*

Le raport anharmonique de quatre points A, B, C, D d'une conique dont je désigne un point par M étant, comme l'on sait, le raport anharmonique constant du faisceau M(ABCD), ce problème général serait facile à construire, mais pas très simple; nous examinerons seulement, pour abréger, le cas particulier qui nous sera le plus utile. La solution s'apliquerait, du reste, si au lieu d'un cercle on donait une conique.

Étant donés trois points A, B, C *sur un cercle et deus points* K *et* H *sur la corde* AC, *trouver le point* D *du cercle tel que le raport anharmonique des quatre points* A, B, C, D *soit égal à* (AHCK).

Je trace *(fig. 5)* BH qui coupe le cercle en I; je trace IK qui coupe le cercle en D, en éfet, I(ABCD) = (AHCK) et il en est par conséquent de même pour tout point du cercle autre que I.

Op. : $(4R_1 + 2R_2)$; simplicité: 6; exactitude: 4; 2 droites.

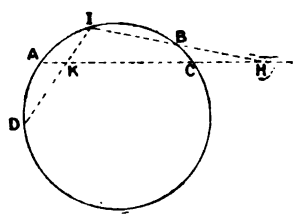


FIG. 5.

CONSTRUCTION V. — *Trouver le quatrième point* δ *de l'intersection d'une conique donée par cinq points* A, B, C, D, E: **A.** *avec le cercle passant par trois d'entre eus* A, B, C; *ou* **B.** *avec une autre conique passant par* A, B, C *et deus autres points* D_1, E_1.

A. — Je trace *(fig. 6)* le cercle ABC.. op.: $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 4C_3)$.
Je trace AC, puis DE et BE qui coupent AC en D′, B′. op.: $(6R_1 + 3R_2)$.

Digitized by Google

EB coupe le cercle en I ; je trace D'I qui coupe le cercle en K. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Je trace DK. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe le cercle au point δ, lequel est le point comun cherché ; en éfet : δ(ABCD) ou δ(ABCK) égale . .

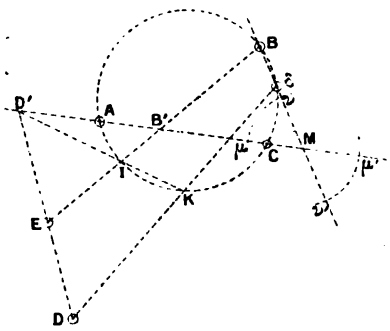


FIG. 6.

$$I(ABCK) = (AB'CD') = E(ABCD).$$

Or, l'égalité δ(ABCD) = E(ABCD) montre que δ et E apartiènent à une même conique passant par A, B, C, D.

Op. : $(14R_1 + 7R_2 + 5C_1 + 4C_2)$; simplicité : 30 ; exactitude : 19 ; 7 droites, 4 cercles.

Je ne crois pas que l'on ait de ce problème une construction aussi simple. Si le cercle ABC est tracé, le simbole pour obtenir δ est seulement . . . . . op. : $(10R_1 + 5R_2)$.

B. — Pour placer l'intersection δ des deux coniques ABCDE, $ABCD_1E_1$, je trace AC, puis DE, BE, qui coupent AC en D', B' ; je place, au moyen de l'hexagrame de Pascal, l'intersection I de EB avec la conique $ABCD_1E_1$; je trace D_1I et je place l'intersection K de cète droite avec la conique $ABCD_1E_1$, le point δ cherché est l'intersection de D'K avec la conique $ABCD_1E_1$:

Op. : $(22R_1 + 11R_2)$; simplicité : 33 ; exactitude : 22 ; 11 droites.

Le lecteur s'exercera facilement au problème corélatif : Construire la quatrième tangente comune à deus coniques inscrites à un triangle doné ABC et qui sont tangentes : la première à deus droites D, E ; la seconde à deus droites D_1, E_1, et aussi à tous les problèmes corélatifs des constructions indiquées dans ce mémoire.

CONSTRUCTION VI. — *Étant donés cinq points* A, B, C, D, E *d'une conique, déterminer la direction des axes.*

Je détermine *(fig. 6)*, come dans la construction V, le point δ qui se trouve sur la conique ABCDE et sur le cercle ABC . . . . . op. : $(14R_1 + 7R_2 + 5C_1 + 4C_2)$.

Je trace δB. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe AC en M. R étant une longueur quelconque, je trace un cercle M(R) . . . . . op. : $(C_1 + C_2)$, qui coupera AC en μ et μ' et Bδ en ν, ν'.

Digitized by Google

Les directions des axes (qu'il n'y a pas besoin de tracer) sont donées par cèles des droites qui joindraient les points μ, ν et ν, μ':

Op. : $(16R_1 + 8R_2 + 6C_1 + 5C_3)$; simplicité : 35 ; exactitude : 22 ; 8 droites, 5 cercles.

CONSTRUCTION VII. — *Tracer par points une conique dont on conatt cinq points* A, B, C, D, E.

Je trace AD *(fig. 7)*, puis EB, EC qui coupent AD en B_1 et C_1 . . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2)$.

Je place M corespondant à (AB_1C_1D) par la construction III, on a $(AB_1C_1D) = \frac{AM}{MD}$ . . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3)$ et j'apèle B'_1 l'intersection de B_1O avec la circonférence passant par A et D que j'ai tracée pour placer M. O, C_2, C_3 ayant la même définition que dans la figure (4).

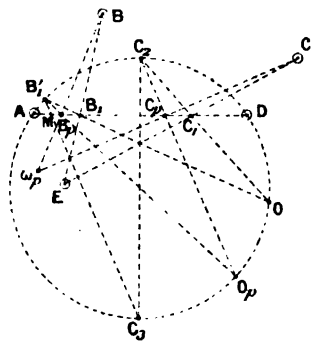


FIG. 7.

Pour avoir maintenant un point ω_p de la conique, je trace par C_2 une droite quelconque coupant la circonférence AC_2D en O_p et AD en C_p.

Je trace $O_pB'_1$ coupant AD en B_p, puis BB_p, CC_p se coupant en ω_p: . . . . . (op. : $(7R_1 + 4R_2)$.

En éfet, $E(ABCD) = \omega_p(ABCD)$, puisque le raport anharmonique du faisceau $\omega_p(ABCD) = (AB_pC_pD) = \frac{AM}{MD}$ ainsi que celui du faisceau E(ABCD).

Un premier point de la conique est ainsi obtenu par le simbole: . . . . . op. : $(21R_1 + 11R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3$, et chacun des autres le serait par. . . . . op. : $(7R_1 + 4R_2)$.

Pour tracer n points on aura donc le simbole: . . . . . op. : $\big(7(n+2)R_1 + (4n+7)R_2 + 3C_1 + C_2 + 3C_3\big)$.

Ceci est une construction par points, déduite du Théorème de Chasles en utilisant la construction III : *Si* A, B, C, D *sont quatre points fixes d'une conique et* E *un point quelconque de cète conique, le raport* E(ABCD) *est constant.*

La construction est simple, mais moins cependant que cèle qui est déduite de l'hexagrame de Pascal, laquèle n'exige come préparation que le tracé de quatre côtés BC, CD, DE, EA par exemple du polygone ABCDE ; puis, pour placer chaque point, le tracé d'une droite quelconque passant par A, et celui de deus droites passant chacune par deus points ; de sorte

Digitized by Google

que pour placer n points par cète construction le simbole serait. . . . . op. : $(5n + 8)R_1 + (3n + 4)R_2$.

Ainsi, pour placer dix points, par la construction VII, il faudrait 138 opérations élémentaires et par cèle de Pascal, qui n'exige que la règle, 92 seulement.

Nous alons doner un nouvel exemple de l'utilité d'évaluer les constructions lorsque l'on applique tel théorème plutôt que tel autre pour obtenir un résultat. M. Sondat (*N. A.*, 1893, p. 504) a donné un élégant théorème qui lui permet aussi de construire les points d'une conique dont on conaît cinq points A, B, C, D, E. Voici ce théorème :

Si O *est le point de rencontre des droites* X *et* Y *harmoniquement associées aux points* D *et* E *par raport au triangle* ABC *et si une droite* ρ *tourne autour de* O, *le point* ω *harmoniquement associé à* ρ *sera sur la conique.*

Suposons que l'on veuille apliquer ce théorème à construire la conique ainsi que l'indique M. Sondat.

Préparation de la construction. — Pour placer O il faut d'abord tracer les côtés du triangle ABC, puis placer X et Y. Pour trouver la droite X harmoniquement associée à D il faut tracer six droites passant par deus points; autant pour Y. O sera donc placé par . . op.: $(30R_1 + 15R_2)$.

Construction d'un point. — Je trace une droite quelconque ρ passant par O, puis pour placer le point ω harmoniquement associé à ρ, il faut tracer deus droites passant par un point et six droites passant par deus points; en tout. . . . . op.: $(15R_1 + 9R_2)$ pour chaque point. De sorte que si l'on voulait placer dix points de la conique, il faudrait 285 opérations élémentaires; le simbole serait. . . . . op.: $(180R_1 + 105R_2)$.

On aurait 105 droites à tracer; au lieu de 47 droites et de 3 cercles par la méthode que j'ai donée construction VII, ou de 34 droites seulement par la construction déduite du théorème de Pascal.

CONSTRUCTION VIII. — *Mener en* B *la tangente à la conique donée par les cinq points* A, B, C, D, E.

Soit b *(fig. 8)* le point de la tangente en B qui se trouve sur AC. Si M est un point de la conique, M(ABCD) est toujours égal à E(ABCD). Si M vient en B, on a donc E(ABCD) = B(AbCD).

Soient d, d_1, b_1 les points où BD, ED, EB coupent AC, d'après cela on aura : $(ACd_1b_1) = (ACdb)$ et le point b est fixé par la construction II; il reste à tracer Bb qui est la tangente cherchée. En exécutant la construction II, je peus prendre Eb_1, Ed_1, déjà tracés sur la figure, come corespon-

Digitized by Google

dant aus droites OD, OB de cette construction e économiser ainsi . . .
. . . . . op. : $(2R_1 + 2R_2)$.

La tangente en B est donc obtenue par :

Op. : $(17R_1 + 9R_2)$; simplicité : 26; exactitude : 17; 9 droites.

Èle est moins simple que la construction déduite de l'hexagrame de Pascal, qui s'éfectuerait ainsi :

Tracer les cinq droites AD, DC, CB, BE, EA; DC et BE se coupant en I; CB, EA en J; tracer IJ qui coupe AD en K; tracer KB qui est la tangente cherchée. En tout :

Op. : $(14R_1 + 7R_2)$; simplicité : 21; exactitude : 14; 7 droites.

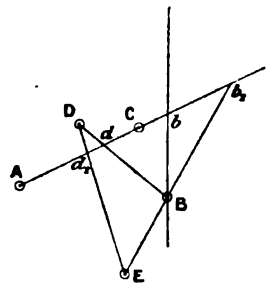


Fig. 8.

La simplicité de cette dernière construction serait encore plus grande relativement à l'autre si, au lieu d'une seule tangente en B, on voulait les tracer à tous les somets.

CONSTRUCTION IX. — *Étant donés deus points* A, D, *marquer sur la droite* AD *des couples de points* B *et* C *tels que le raport anharmonique* $\frac{BA}{BD} : \frac{CA}{CD}$ *soit égal au raport de deus longueurs donées* m *et* n.

Première métode. — Je trace une perpendiculaire sur le milieu de AD et je fais passer *(fig. 9)* un cercle quelconque par A et D; la perpendiculaire au milieu λ de AD coupe ce cercle en K et en K′
. . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + C_2 + 3C_3)$.

Je place M sur AD de façon que $\frac{MA}{MD} = \frac{m}{n}$
. . . . . op. : $(3R_1 + 2R_2 + 11C_1 + 4C_3)$.

Je trace KM. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe la circonférence en μ. Je trace par μ une droite quelconque qui coupe AD en B et le cercle en P. . . . . op. : $(R_1 + R_2)$.

Je trace PK′ qui coupe AD en C. . . . . .
. . . . . op. : $(R_1 + R_2)$.

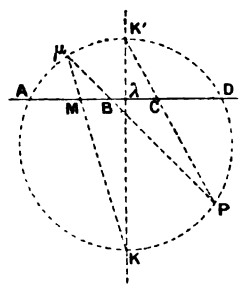


Fig. 9.

En éfet, on a : $K(A\mu K'D) = \frac{MA}{MD} = \frac{m}{n} = P(A\mu K'D) = \frac{BA}{BD} : \frac{CA}{CD}$ et l'on a le premier couple de points B et C par op. : $(10R_1 + 6R_2 + 13C_1 + C_2 + 7C_3)$.

Pour avoir d'autres couples, μ, K, K′ étant placés une fois pour toutes, il sufira de . . . . . op. : $(3R_1 + 2R_2)$.

Si l'on veut un couple dont, soit le point B, soit le point C, soit doné d'avance sur AD il faudra ajouter R_1 à chacun des simboles précédents.

Digitized by Google

Si l'on voulait que les points B et C fussent tels que $(ABCD) = -\frac{m}{n}$ il faudrait placer M de l'autre côté de A dans le sens DA.

Deusième métode. — Je construis une longueur $GHI = m + n$ en prenant à la suite de $m = GH$, $HI = n$ . . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$.

Je prends le milieu ω de GI . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$.

Je mène une droite quelconque . . . . . op. : (R_2), soit C le point où èle coupe AD.

Je prends sur cète droite $C\alpha = C\delta = G\omega$ ou $\frac{m+n}{2}$. op. : $(3C_1 + C_3)$.

Je trace $A\alpha$, $D\delta$ se coupant en O. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Je prends sur $\alpha\delta$, $\alpha\beta = m$ dans le sens αC . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$.

Je trace $O\beta$ qui coupe AD en B . . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

En éfet le faisceau O(ABCD) coupé par AD done le raport anharmonique $\frac{BA}{BD} : \frac{CA}{CD}$ et coupé par $\alpha\delta$, il done $\frac{\beta\alpha}{\beta\delta} : \frac{C\alpha}{C\delta} = \frac{\beta\alpha}{\beta\delta} \times (-1) = \frac{m}{n}$.

Op. : $(8R_1 + 5R_2 + 11C_1 + 5C_3)$; simplicité : 29 ; exactitude : 19 ; 5 droites, 5 cercles.

Pour placer un seul couple de points B et C, cète métode est plus simple que la première, mais pour placer chaque autre couple on verra facilement qu'il faut une opération dont le simbole est. . . . . op. : $(6R_1 + 4R_2 + 6C_1 + 2C_3)$, trois fois et demie plus compliquée que par la première métode.

Si l'on voulait que $(ABCD) = -\frac{m}{n}$ il faudrait prendre $\alpha\beta = m$ dans le sens $C\alpha$.

CONSTRUCTION X. — *Étant doné un point* A *sur une droite* BC, *placer les points* A_1 *sur cète droite tels que l'on ait* $\frac{AB}{AC} = \pm \frac{\overline{A_1B}^2}{\overline{A_1C}^2}$.

Premier cas. — Le point A est placé entre B et C.

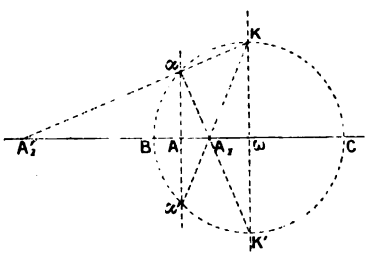


Fig. 1.

Je décris sur BC une circonférence . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3)$.

Soient K et K' les points où la perpendiculaire au milieu ω de BC coupe cète circonférence.

J'élève en A une perpendiculaire à BC. op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3)$ qui coupe en α et en α' la circonférence.

Je trace αK et $\alpha K'$ . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$, qui coupent BC en A_1 et A'_1 . . . . op. : $(10R + 5R_2 + 5C_1 + 4C_3)$.

Digitized by Google

En éfet, on a : $K'(B\alpha KC) = \alpha'(B\alpha KC)$; mais $K'(B\alpha KC) = -\frac{A_1B}{A_1C}$, puisque $\omega B = \omega C$, et $\alpha'(B\alpha KC) = \frac{AB}{AC} : \frac{A_1B}{A_1C}$, puisque $\alpha'K$ passe en A_1; donc $\frac{AB}{AC} = -\frac{\overline{A_1B}^2}{\overline{A_1C}^2}$. On démontrerait de même que $\frac{AB}{AC} = -\frac{\overline{AB'}^2}{\overline{A_1C}^2}$.

Si l'on n'avait qu'un des points A_1, A'_1 à placer il y aurait à diminuer le simbole de. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Deusième cas. — Le point A est placé en dehors du segment BC.

Ayant construit come précédemment le cercle décrit sur BC come diamètre, je placerai au moyen de ce cercle le conjugué harmonique A′ de A par raport à BC, ce qui augmenterait le simbole de op.: $(3R_1 + 2R_2)$ et j'opérerai sur A′ come j'ai opéré sur A dans le premier cas. Le simbole serait donc pour ce second cas :

Op. : $(13R_1 + 7R_2 + 5C_1 + 4C_3)$; simplicité : 29 ; exactitude : 18 ; 7 droites, 4 cercles.

J'aurai alors : $\frac{AB}{AC} = \frac{\overline{A_1B}^2}{\overline{A_1C}^2} = \frac{\overline{A'_1B}^2}{\overline{A'_1C}^2}$.

CONSTRUCTION XI. — *Étant donés une corde* AB *d'un cercle et un point* M_1 *sur cète corde, placer sur* AB *le point* M_2 *tel que* $\frac{M_1A}{M_1B} = \pm\frac{\overline{M_2A}^2}{\overline{M_2B}^2}$.

La construction précédente (X) est presque identique à cèle-ci puisqu'èle n'en difère que parce que dans cèle-ci AB est la corde d'un cercle ; aussi nous ne la développerons pas. Remarquons seulement que si K et K′ sont les extrémités du diamètre perpendiculaire à AB et que l'on trace $K'M_1$ coupant la circonférence en C, et que L soit le point de rencontre de AB et de KC, M_1 est sur la polaire de L. Il suit de là que si AB est un diamètre, on aura M_2 par la construction suivante :

On trace la perpendiculaire à AB en M_1 qui coupe la circonférence en m_1 (de l'autre côté de AB que K′); on trace $K'm_1$ qui coupe AB en M_2.

CONSTRUCTION XII. — *On done deus points* C *et* D *sur une circonférence d'un même côté d'une même corde donée* AB; *placer sur cète circonférence les points* Q *tels que* QC *et* QD *coupant respectivement* AB *en* M *et en* N, *le milieu* S *de* AB *soit aussi le milieu de* MN.

Je trace CD qui coupe AB en L. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Je trace les tangentes menées de L à la circonférence (Pau, 1892, *Géomé-*

Digitized by Google

trografie, construction XXVI, 2°). . . op. : $(5R_1 + 3R_2 + 6C_1 + 4C_3)$ soient g et g' leurs points de contact.

Je prends le milieu S de AB . . . . op. : $2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$.

Je trace gS qui coupe la circonférence en Q et g'S qui la coupe en Q'. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Les points Q et Q' sont les points cherchés.

Op. : $(13R_1 + 7R_2 + 8C_1 + 6C_3)$; simplicité : 34 ; exactitude : 21 ; 7 droites, 6 cercles.

Remarques. — 1° DS, gM et g'M' se coupent en un même point h de la circonférence; CS, gN, g'N' en un point h' de la circonférence.

2° Si hC coupe AB en j et si h'D coupe AB en j, on a :

$$Sj = Sj' \text{ et } \frac{jA}{jB} = -\frac{\overline{MA}^2}{\overline{MB}^2}$$ où l'on retrouve une construction X précédente.

3° Qg et Q'g' sont parallèles à AB.

CONSTRUCTION XIII. — *Étant donés une droite* AB *et un point* M_1 *sur cète droite, marquer sur èle les points* M_2, M_4, M_8, M_{16}, ... *etc., tels que :*

$$\frac{M_1A}{M_1B} = \frac{\overline{M_2A}^2}{\overline{M_2B}^2} = \frac{\overline{M_4A}^4}{\overline{M_4B}^4} = \ldots$$

Je suppose que M_1 soit entre A et B *(fig 11)*. Je décris sur AB come diamètre une circonférence du centre O. op. : $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 3C_3)$, en M_1 j'élève une perpendiculaire sur AB qui coupe la circonférence O(OA) en m_1 . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3)$. Soient K et K' les milieus des arcs AB; m_1K' coupe AB en M_2. . . . . op. : $2R_1 + R_2)$.

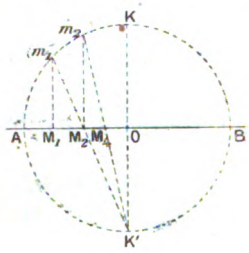


Fig. 11.

On aurait une autre solution en joignant m_1K, etc. M_2 est placé par . . . . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 5C_1 + 4C_3)$. (1)

Pour avoir M_4, en M_2 j'élève sur AB une perpendiculaire qui coupe O(OA)en m_2 et je trace m_2K' qui coupe AB en M_4 ; ce qui ajoute . . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2 + C_1 + C_3)$ (2).

J'obtiens de même M_8, M_{16}, etc. en partant de M_4, etc., et en ajoutant chaque fois le simbole (2), de sorte que M_{2n} sera obtenu par . . . . . op. : $[(1) + (n - 1)(2)]$ ou . . . . op. : $(6n + 2)R_1 + (3n + 1)R_2 + (n + 4)C_1 + (n + 3C_2)$.

Digitized by Google

Si l'on prend deus points M_p, M_q dans la série des points M_1, $M_2 \ldots M_{2^n}$ le raport anharmonique $(M_p\, M_q\, AB)$ ou :

$$\frac{M_pA}{M_pB} \times \frac{M_qB}{M_qA} \text{ sera égal à } \frac{M_{p-q}A}{M_{p-q}B} = \frac{\overline{M_1A}^{2^{p-q}}}{\overline{M_1B}^{2^{p-q}}}.$$

Et come on peut trouver (voir construction III), un point μ sur AB tel que $\frac{\mu A}{\mu B}$ soit égal à un raport anharmonique doné on pourra diviser AB en μ dans le raport $\frac{\overline{M_1A}^{2^{p-q}}}{\overline{M_1B}^{2^{p-q}}}$; mais on verra que, en combinant les points, on arriverait ainsi, de proche en proche, à avoir un point μ' tel que $\frac{\mu' A}{\mu' B}$ soit égal à $\left(\frac{M_1A}{M_1B}\right)^l$, l étant un nombre quelconque.

C'est une étude de géométrografie intéressante à développer et qui amène à des questions dificiles de minimum sur les nombres.

Si M_1 n'est pas entre A et B la construction est plus compliquée.

CONSTRUCTION XIV. — *Étant donés sur une droite deus couples de points* A, A′; B, B′ *d'une involution, placer le centre* O *de l'involution.*

Je fais passer deus cercles, l'un par A et par A′, l'autre par B et par B de façon qu'ils aient deus points d'intersection P et Q op. : $(6C_1 + 6C_3)$.

Je trace PQ. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe la droite en O. En tout :

Op. : $(2R_1 + R_2 + 6C_1 + 6C_3)$; simplicité : 15; exactitude : 18 ; 1 droite, 6 cercles.

Étant donés sur une droite deus couples de points d'une involution, placer les points doubles (que je supose réels naturèlement).

Je place le centre O de l'involution comme précédemment . . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 6C_1 + 6C_2)$.

Soit A′ celui des deus points A et A′ qui est le plus éloigné de O.

Je trace A′(A′O) . . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$, puis A(A′O) qui coupe OA en H de l'autre côté de O que A op. : $(C_1 + C_3)$, puis H(A′O) qui coupe A′(A′O) en K . . . . . op. : $(C_1 + C_3)$.

Je trace O(OK). . . . . op. : $(2C_1 + C_3$ qui coupe OA aux points doubles cherchés. En tout :

Op. : $(2R_1 + R_2 + 12C_1 + 10C_3)$; simplicité : 25 ; exactitude : 14 ; 1 droite, 10 cercles.

Digitized by Google

CONSTRUCTION XV. — *Étant donés cinq points en ligne droite* A, B, C, C', D, *trouver le point* B' *tel que* $B(ABCD) = (AB'C'D)^2$.

Nous indiquerons simplement la marche à suivre, sans entrer dans les détails.

On construit (construction III) le point M tel que $(ABCD) = \frac{MA}{MD}$; puis d'après la construction XI, le point M_1 tel que $\frac{MA}{MD} = \frac{\overline{M_1A}}{\overline{M_1B}^2}$; puis au moyen de la construction III, 2°, nous plaçons B' tel que $(AB'C'D) = \frac{M_1A}{M_1B}$; il s'ensuivra $(ABCD) = (AB'C'D)^2$.

CONSTRUCTION XVI. — *Une division homographique étant déterminée sur une circonférence par trois couples de points correspondants* a, a'; b, b'; c, c', *placer les points doubles* O *et* O'.

Je trace *a'b*, *ab'* qui se coupent en J; je trace *a'c*, *ac'* qui se coupent en H; je trace JH qui coupe la circonférence aux points doubles O et O';

Op. : $(10R_1 + 5R_2)$; simplicité : 15; exactitude : 10; 5 droites.

CONSTRUCTION XVII. — *Une division homographique étant déterminée sur une droite par les trois couples de points corespondants* a, a'; b, b'; c, c', *placer sur la droite les points doubles* O, O'.

Par *c* et *c'* je fais passer une circonférence quelconque. . . . . op. : $(3C_1 + 3C_3)$.

Je mène par *a* une droite quelconque qui coupe cète circonférence en M. . . . . op. : $(R_1 + R_2)$.

Je trace M*b*, M*b'*, M*a'*. . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2)$ et j'appèle a_1, b_1, a'_1, b'_1 les intersections de M*a*, M*b*, M*a'*, M*b'* avec la circonférence; je cherche sur le cercle les points O_1, O'_1 doubles de la division a_1, a'_1; b_1, b'_1; *c*, *c'*. . . . . op. : $(10R_1 + 5R_2)$.

Je trace MO_1 et MO'_1. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui coupent la droite aus points cherchés O et O'.

Op. : $(21R_1 + 11R_2 + 3C_1 + 3C_3)$; simplicité : 38; exactitude : 24; 11 droites, 3 cercles.

Je n'ai pas trouvé de moyen simple de tracer directement ces points doubles sans passer par le cercle.

Digitized by Google

CONSTRUCTION XVIII. — *Une ellipse est définie par cinq points* A, B, C, D, E; *quel nombre de points doit-on placer de cette ellipse, pour qu'il soit,* TÉORIQUEMENT, *plus avantageux de placer d'abord les axes et les foyers et d'employer la construction classique des points de la courbe avec ces donécs, que de placer le même nombre de points par la construction déduite directement de l'hexagrame de Pascal?*

Je trace les cinq côtés AB, BC, etc. . . . . op. : $(10R_1 + 5R_2)$.

Je trace les tangentes en A, en B et en C. . . . op. : $(12R_1 + 6R_2)$.

Je trace les diamètres qui passent par les pôles de AB et de BC. . . . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 3C_1 + 3C_2)$; ils déterminent le centre O. Soit A le pôle de AB; AO coupe AB en α.

Si M est le point de l'ellipse situé sur AO, la relation $\overline{OM}^2 = OA \cdot O\alpha$ détermine M par la construction de la moyène proportionèle (voir *Géométrografie*) en se servant des lignes déjà tracées sur la figure par. . . . . op. : $(6C_1 + 3C_2)$.

Par le point O je mène une paralèle à AB. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 4C_1 + 2C_2)$; AA_1 coupe cète paralèle en K.

Je prends $O\alpha'$ équipollent à $A\alpha$. . . . . op. : $(3C_1 + C_2)$; K est le pôle de $A\alpha'$.

Sur OK je détermine le point N de l'ellipse au moyen de la relation $\overline{ON}^2 = O\alpha' . OK$. . . . . op. : $(6C_1 + 3C_2)$.

Je suis ramené à construire les axes de l'ellipse conaissant les demi-diamètres conjugués OM, ON en grandeur et en position. En employant pour cela la construction la plus simple que je conaisse, cèle de M. Mannheim, que j'ai dévelopée (Congrès de Pau, 1892, ou *Géométrografie*, page 36), j'obtiens les axes en grandeur et en position par . . . . . op. : $(12R_1 + 6R_2 + 16C_1 + 8C_2)$.

Je place les foyers par. . . . . op. : $(3C_1 + C_2)$.

La construction totale faite jusqu'ici se résume par le simbole. . . . . op. : $(44R_1 + 22R_2 + 41C_1 + 21C_2)$.

Maintenant on détermine les points de l'ellipse quatre par quatre par la construction . . . . . op. : $(6C_1 + C_2 + 5C_2)$; donc pour déterminer $4x$ points de l'ellipse par ce procédé on aura come simbole. op. : $\left[44R_1 + 22\,R_2 + (41 + 6x)\,C_1 + xC_2 + (21 + 5x)\,C_3\right]$.

Déterminons maintenant $4x$ points par la construction de Pascal :

Je trace les cinq côtés. . . . . op. : $(10R_1 + 5R_2)$; chaque point se placera par . . . . . op. : $(5R_1 + 3R_2)$.

Pour placer $4x$ points, il faudra donc en tout. . . . . op. : $\left[10\,(1 + 2x)\,R_1 + (5 + 12x)\,R_2\right]$.

Digitized by Google

On voit que, dans la première construction, les cercles seuls varient de nombre avec le nombre des points à placer, et que, dans la seconde, c'est seulement le nombre des droites qui varie.

Pour déterminer $4x$ points, le nombre d'opérations élémentaires est de $128 + 12x$ par la première métode, de $15 + 32x$ par la seconde. Donc lorsque l'on aura $128 + 12x < 15 + 32x$ d'où $4x > \frac{113}{5} = 26{,}6$, il y a avantage à construire la courbe au moyen de ses axes et de ses foyers et l'avantage augmente avec x; mais si le nombre des points est plus petit, il vaut mieus employer l'hexagrame de Pascal. Pour placer 60 points, par exemple : $x = 15$, on aura 308 opérations élémentaires, dont 22 droites, 96 cercles par la métode des axes, et 495 opérations dont 185 droites par la seconde. Pour placer 12 points par la métode des axes, il faudra 164 opérations élémentaires et 63 par l'hexagrame de Pascal.

CONSTRUCTION XIX. — *Construire la moyène géométrique entre deus droites* OA, OB.

Cète construction, qui consiste à porter sur la bissectrice de l'angle AOB une longueur égale à $\sqrt{OA \times OB}$, se rencontre assez fréquemment pour que nous croyions utile de la présenter et d'insister un peu sur èle.

Voici la construction que m'a indiquée M. Laisant come étant cèle à laquèle conduit la métode des équipollences :

Je prolonge AO (dans le sens AO) de OA′ = OB. . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Je trace le cercle ABA′. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 4C_3)$.

Je trace A′B. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$,

et par O je mène une paralèle à A′B (métode classique, *Géométrografie*, construction XVII). . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + 3C_3)$; èle coupe le cercle ABA′ en deus points γ et γ'; si γ est le point situé à l'intérieur de l'angle AOB, Oγ est la moyène cherchée. En tout :

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 12C_1 + 8C_3)$; simplicité : 29; exactitude : 18; 3 droites, 8 cercles.

Cherchons à la simplifier par la métode géométrografique.

Je choisis pour OA le plus petit des deux côtés OA, OB et je place A′ comme précédemment au moyen du cercle O(OB). . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Je trace la circonférence ABA′ par. . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 4C_3)$.

Je trace A′B. . . . . : op. : $(2R_1 + R_2)$.

La circonférence A′(OB) me permet de tracer la paralèle à A′B menée par O par. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$, en prenant sur cète circonférence un arc égal à celui qu'èle intercepte dans l'angle AOB, etc., de sorte que γ et γ' peuvent ainsi être placés par :

Digitized by Google

Op. : $(8R_1 + 4R_2 + 10C_1 + 6C_3)$; simplicité : 28 ; exactitude : 18 ; 4 droites, 6 cercles.

La métode ordinaire me donerait une construction *beaucoup* plus compliquée puisque la plus simple des métodes classiques, pour prendre la moyène proportionèle entre OA et OB, exigerait déjà environ 25 opérations élémentaires ; mais en la réduisant par la géométrografie, nous ariverons à une construction plus simple que cèles que nous venons d'exposer.

OA étant choisie la plus petite des longueurs OA et OB, traçons O(OB) qui coupe OA en C dans le sens OA. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$; puis servons-nous de ce cercle pour tracer la bissectrice de l'angle AOB. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$.

Je trace A(OB) qui coupe OA en D au delà de O dans le sens AO. . . . . op. : $(C_1 + C_3)$.

Je trace D(OB), C(OB) qui se coupent en E. . . . op. : $(2C_1 + 2C_3)$. EO est la moyène proportionèle entre les longueurs OA, OB ; je n'ai plus qu'à tracer O(OE) . . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$, qui coupe la bissectrice en γ et γ'. En tout :

Op. : $(2R_1 + R_2 + 9C_1 + 7C_3)$; simplicité : 19 ; exactitude : 11 ; 1 droite, 7 cercles.

Le gain porte surtout sur le coefficient d'exactitude.

Voici une métode à peu près équivalente et qui repose sur le théorème suivant :

Soit AOB *un triangle,* β *et* α *les points où la perpendiculaire au milieu de* AB *coupe le cercle circonscrit,* α *étant sur la bissectrice de l'angle* AOB. *Le cercle* $\beta(\beta A)$ *coupe cète bissectrice aux points* γ *et* γ' *pour lesquels on a :* $\overline{O\gamma}^2 = \overline{O\gamma'}^2 = OA.OB$.

Je trace les perpendiculaires au milieu de OA et de AB, èles se coupent en ω ; puis le cercle $\omega(\omega A)$, c'est-à-dire le cercle circonscrit à OAB. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 4C_3)$; soit β le point du même côté de AB que O où la perpendiculaire à AB coupe le cercle OAB, et α l'autre point sur cète perpendiculaire et sur le cercle AOB.

Je trace la bissectrice $O\alpha$. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Enfin je trace $\beta(\beta A)$ qui coupe cète bissectrice aux points γ et γ' ; si γ est le point qui est dans l'intérieur de l'angle AOB, $O\gamma$ est la moyène géométrique cherchée. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 7C_1 + 5C_3)$; simplicité : 21 ; exactitude : 13 ; 3 droites, 5 cercles.

Il faut remarquer que si l'on a déjà le cercle circonscrit au triangle AOB et les points α et β, ce qui arrive très fréquemment, γ et γ' seront obtenus par. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + C_3)$,

Digitized by Google

en traçant $O\alpha$ et $\beta(\beta A)$ et que c'est cète métode qui est évidemment à employer dans ce cas.

Remarques : L'angle $A\gamma'B = \frac{AOB}{2}$; si λ est le milieu de AB, on a l'égalité des angles $B\gamma'\gamma$ et $\lambda\gamma'A$, ainsi que cèle des angles $B\gamma\gamma'$ et $\lambda\gamma A$, $A\gamma B\gamma'$ est un quadrilatère harmonique.

CONSTRUCTION XX. — *Étant donés trois points* A, B, C *d'une figure et les deus points* A', B' *homologues à* A *et à* B *d'une autre figure directement ou inversement semblable à la première, placer le point* C' *de la seconde, homologue à* C *de la première.*

Je trace BA et je trace A(B'A') qui coupe BA en A_1 . . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$.

Je place le somet γ du paralélograme $A_1AC\gamma$ en traçant C(B'A'). . . . . op. : $(C_1 + C_3)$.

Prenant AC, quand la pointe est en C. . . . . op. : (C_1), et traçant $A_1(CA)$ qui coupe C(B'A') en γ,. . . . . op.: $(C_1 + C_3)$.

Je trace BC, $A_1\gamma$. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui se coupent en C_1.

Je trace $B'(CC_1)$, $A'(\gamma C_1)$ . . . . . op.: $(6C_1 + 2C_3)$ qui se coupent au point C'.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 12C_1 + 5C_3)$; simplicité : 26; exactitude : 18; 3 droites, 5 cercles.

Ce mode d'opérer la construction m'a été indiqué par M. G. Tarry et par M. Bernès.

CONSTRUCTION XXI. — *Placer le point double* S *de deus figures directement semblables dont on conatt deus points* A, B *de la première et les deus points homologues* A', B' *de la seconde.*

A. Je trace AB, A'B' qui se coupent en D . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Je trace les cercles DAA', DBB'. . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 9C_1 + 7C_3)$; ils se coupent en S.

Op. : $(12R_1 + 6R_2 + 9C_1 + 7C_3)$; simplicité : 34; exactitude : 21 ; 6 droites, 7 cercles.

Si AB, A'B' étaient tracés, ce qui est le plus ordinaire, il faudrait diminuer le simbole de. . . . . op.: $(4R_1 + 2R_2)$.

Nous faisons remarquer que la démonstration de cète simple proposition de la détermination de S est ordinairement légitimée très incomplètement. (Voir POULAIN, *Journal de Mathématiques spéciales*, de M. Delongchamps, 1891, p. 193 ; PUISEUX, *Leçons de Cinématique*, p. 79.)

Digitized by Google

B. Voici une ingénieuse construction du point S due à M. Tarry et qui, lorsque les droites AB, A′B′ ne sont pas tracées, est plus simple que la précédente puisqu'èle n'exige que 30 opérations élémentaires au lieu de 34.

J'ai indiqué sur la figure des droites qu'il n'y a pas à tracer. Je les ai mises pour la clarté de l'exposition.

Je place *(fig. 12)* le quatrième sommet du paralélograme AA′ B′B″ . . . . . op. : $(5C_1 + 2C_3)$.

Il est facile de voir que S est le somet d'un triangle BB′S directement semblable à BB″A.

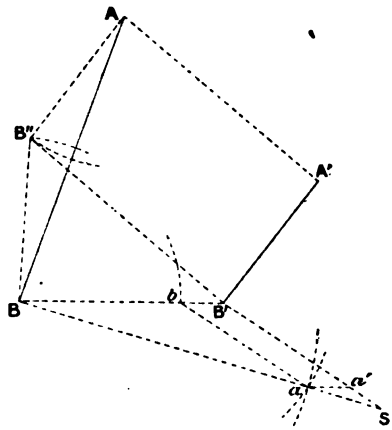


FIG. 12.

Je trace BB′. . op. : $(2R_1 + R_2)$ et je reporte sur èle dans le sens BB′, $Bb = BB''$ . . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Je vais construire un triangle B*ba* égal à BB″A ; ayant la pointe en B, je trace donc un cercle B(BA) sur lequel est le point *a* op. : $(C_1 + C_3)$; au moyen du cercle *b*(AB″). . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$, je place *a*.

Je place le quatrième somet *a′* du paralélograme B′*baa′* en traçant B′(AB″) . . . . . op. : $(C_1 + C_3)$, et *a*(*b*B′). . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Enfin je trace B*a*, B′*a′*. . . . . op. : $(4R_1 + R_2)$ qui se coupent en S.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 14\ C_1 + 7C_3)$; simplicité : 30 ; exactitude : 20 ; 3 droites, 7 cercles.

Cète construction a de plus l'avantage de pouvoir s'exécuter si le point D de rencontre de AB, A′B′ est éloigné.

M. Bernès m'a indiqué une construction qui permet de gagner encore une opération de préparation C_1 ; à ce propos, je ferai ici la remarque générale que, quand on pratique la géométrografie, il n'est pas toujours utile de poursuivre la réduction des simboles, à une opération près en plus ou en moins, avec la minutie que je montre dans ce travail ; mais il était important de le faire et, pour montrer pleinement l'usage de la métode, et surtout parce qu'il s'agit de constructions fondamentales qui reviènent souvent dans les tracés ; pour être complet, il aurait été bon de doner plusieurs constructions pour chaque problème, parce que, selon l'état de la figure où s'exécute à un moment doné une construction, ce n'est pas toujours cèle qui, *prise isolément*, est la plus simple qui se trouve être

Digitized by Google

la plus avantageuse, mais cela nous eût entraîné trop loin et nous nous somes borné, le plus souvent, à cèles dont le coefficient de simplicité est le moins élevé; èles ne sont pas toujours cèles qui se présentent tout d'abord à l'esprit.

Voici cète construction *(fig. 13)* :

C. Je trace A(A'B') . . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$; A(AA') . . . . . op. : $(C_1 + C_3)$;

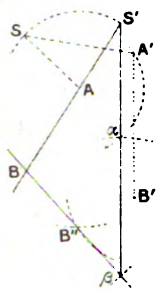


FIG. 13.

puis B'(AA') qui coupe A(A'B') en B''. . . . . op. : $(C_1 + C_3)$. B'' est le quatrième somet du paralélograme AA'B'B''.

Je trace BB''. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$ et sur BB'' je détermine β par le cercle B''(AA'). . . . . op. : $(C_1 + C_3)$.

Je trace β(B''A). . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$ en prenant B''A pendant que la pointe est en B'', le cercle coupe A(AA') en α, quatrième somet du paralélograme βB''Aα.

Je trace βα, BA. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui se coupent en S'. Il n'y a plus qu'à construire sur AA' le triangle AA'S directement égal à AαS', ce qui se fait par les deux cercles A(AS'), A'(αS'). . . . . op. : $(5C_1 + 2C_3)$. S est le point cherché obtenu par le simbole.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 13C_1 + 7C_3)$; simplicité : 29 ; exactitude : 19 ; 3 droites, 5 cercles.

CONSTRUCTION XXII. — *Placer le point double* S *de deus figures inversement semblables dont on conatt deus points* A *et* B *de la première et les deus points homologues de la seconde.*

Je détermine *(fig. 14)* B''' simétrique de B' par raport à la perpendiculaire élevée au milieu de AA', ce qui se fait en traçant A'(AB'), A(A'B'). . . . . op. : $(5C_1 + 2C_3)$; puis je trace A(AA') . . op. : $(C_1 + C_3)$; puis B'''B. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$ qui coupe A(A'B') en B''; puis avec le rayon AA' que j'ai dans le compas, je prends sur BB'' dans le sens BB'', B''β = AA' . . . . . op. : $(C_1 + C_3$ et j'achève le paralélograme AB''βα, en prenant B''A pendant que la pointe est en B'' et traçant β(B''A) . . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

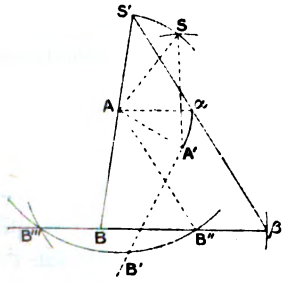


FIG. 14.

Digitized by Google

Je trace AB, $\beta\alpha$. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2$ qui se coupent en S'.

Je n'ai plus qu'à faire sur AA' un triangle AA'S directement égal à $A\alpha S'$ . . . . . op. : $(5C_1 + 2C_3)$.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 14C_1 + 7C_3)$; simplicité : 30; exactitude : 20; 3 droites, 7 cercles.

Cète construction que m'a donée M. Bernès est extrêmement ingénieuse et c'est la plus simple de toutes cèles que j'ai pu tirer des propriétés du point double S de deus figures inversement semblables; ainsi, l'on a : $\frac{AB}{A'B'} = \frac{SA}{SA'} = \frac{SB}{SB'}$; donc si l'on trace AA', BB', puis les deus circonférences lieus des points S tels que : 1° $\frac{SA}{SA'} = \frac{AB}{A'B'}$; 2° $\frac{SB}{SB'} = \frac{AB}{A'B'}$, on obtiendra par leur intersection deus points qui seront, l'un le point double des deus figures *directement* semblables où AB et A'B' seraient lignes homologues, l'autre le point double de deus figures inversement semblables où AB' A'B' seraient lignes homologues.

Citons encore le théorème suivant dû à M. Laisant : *Théorie et applications des équipollences*, 1887, p. 179:

Si A, B, C... A', B', C'... *sont les points homologues de deus figures inversement semblables dont le raport de similitude* $\frac{AB}{A'B'} = \frac{m}{m'}$ *et que l'on divise* AA'BB', *etc. en* α, β... *de façon que* $\frac{\alpha A}{A'\alpha} = \frac{\beta B}{B'\beta} = \ldots = \frac{m}{m'}$, *les points* α, β,... *seront en ligne droite; les points* α_1, β_1,... *conjugués harmoniques de* α, β,... *par raport à* A *et* A', B *et* B', *etc. respectivement, seront aussi en ligne droite; ces deus droites sont ortogonales et se coupent au point double des deus figures.*

DIVERSES CONSTRUCTIONS DE GÉOMÉTROGRAFIE

CONSTRUCTION XXIII. — *Tracer en un point* A *la tangente à un cercle.* (Construction XXV de mes mémoires de Pau et de Besançon.)

M. Bernès m'a envoyé une construction qui est la plus simple de toutes cèles que je conais et n'exige pas que le centre du cercle soit marqué; d'un point B quelconque du cercle, je décris le cercle B(BA). . . . . op. : $(C_1 + C_2 + C_3)$ qui coupe le cercle donné en A'.

Je trace le cercle A(AA') qui coupe le cercle B(BA) en C. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Digitized by Google

Je trace CA. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

En tout :

Op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_2 + 2C_3)$; simplicité : 9 ; exactitude : 6 ; 1 droite, 2 cercles.

Je ferai remarquer que cète construction, sauf le tracé de CA, apartient à la géométrie du compas et qu'èle done un point C de la tangente en A par le compas seul.

CONSTRUCTION XXIV. — *Tracer la tangente au point* M *d'une ellipse dont on conait les deus foyers* F et F'.

M. Bernès dirige ainsi très économiquement la construction :

Je trace MF'. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$;
puis F(FM). . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$;
puis M(FM) qui coupe F'M en Q au delà de M dans le sens F'M. . . .
. . . . . op. : $(C_1 + C_3)$;
puis Q(FM) qui coupe F(FM) en P . . . . . op. : $(C_1 + C_3)$.

Je trace MP, c'est la tangente cherchée.

Op. : $(4R_1 + 2R_2 + 4C_1 + 4C_3)$; simplicité : 13 ; exactitude : 8 ; 2 droites, 3 cercles.

CONSTRUCTION XXV. — *Tracer la tangente au point* M *d'une hyperbole dont on conait les deus foyers.*

Construction tout à fait analogue à la précédente.

CONSTRUCTION XXVI. — *Construire la tangente en un point* M *d'une parabole dont on conait le foyer* F *et la direction* FF' *de l'axe.*

Je trace F(FM) qui coupe FF' en P du même côté de F que le somet de la parabole. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

Je trace MP . . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, c'est la tangente cherchée.

Op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + C_3)$; simplicité : 6 ; exactitude : 4 ; 1 droite, 1 cercle.

CONSTRUCTION XXVII. — *Construire la polaire d'un point doné* A *par raport à un cercle doné* O.

C'est la construction XXXIX de la *Géométrografie*, Pau, 1892.

Nous avons doné 2 métodes générales diférentes avec 19 come coefficient de simplicité ; en voici une autre, générale également, qui a aussi

Digitized by Google

ce même coefficient, mais où la droite OA se trouve tracée dans la construction. Èle nous a été indiquée par M. G. Tarry.

Je trace OA. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$; puis d'un point quelconque de OA come centre, je trace un cercle qui coupe le cercle doné en C et D. . . . . op. : $(C_2 + C_3)$.

Je trace CA qui coupe le cercle doné en E.

Je trace ED qui coupe OA en A'. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$; A' est le réciproque de A.

J'élève en A' une perpendiculaire sur OA. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_2)$; c'est la polaire cherchée obtenue par le simbole.

Op. : $(10R_1 + 5R_2 + C_1 + C_2 + 2C_3)$; simplicité : 19; exactitude : 12; 5 droites, 2 cercles.

CONSTRUCTION XXVIII. — *Placer le pôle* L *d'une droite* XY *donée par raport à un cercle doné du centre* O.

C'est la construction XL de la *Géométrografie*.

La suivante a le même coefficient de simplicité que cèles que nous y avons doné, mais il n'y a pas besoin de distinguer deux cas; èle nous a été indiquée encore par M. G. Tarry.

J'apèle L' le point où OL coupe XY.

Je trace un cercle de rayon quelconque qui coupe XY en C et D. . . . . op. : $(6_1 + 6_3)$.

Je trace C(R), D(R), R étant quelconque, mais pris de façon que C(R) et D(R) coupent le cercle doné en P, Q ; P', Q' ; P et P', Q et Q' sont simétriques par raport à OL. . . . . op. : $(2C_1 + 2C_3)$.

Je trace au moyen de ces deus cercles C(R), D(R) la droite OL' perpendiculaire à XY. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Je trace L'Q. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$ qui coupe en B le cercle doné.

Enfin je trace BQ'. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$ qui coupe OL' en L, point cherché.

Op. : $(6R_1 + 3R_2 + 3C_1 + 3C_3)$; simplicité : 15; exactitude : 9; 3 droites, 3 cercles.

CONSTRUCTION XXIX. — *Construction de la droite* $\sum \frac{a}{a^4 - b^2c^2} x = 0$.

C'est l'axe d'homologie d'un triangle ABC et du premier triangle de Brocard (voir *N. A.*, 1885, p. 205, § 2,2).

Je me sers de la jolie propriété suivante trouvée par M. G. Tarry.

Digitized by Google

Soit F le point où la droite qui joint le point de Tarry N au barycentre G rencontre le cercle circonscrit ; la paralèle menée par F à la droite qui joint le point N au centre O du cercle circonscrit coupe OG en F'. Cela posé, la perpendiculaire au milieu de FF' est l'axe d'homologie de ABC et du premier triangle de Brocard.

Je détermine le point N de Tarry (voir *Géométrografie*, Congrès de Pau, 1892, construction LVII) par. . . . . op. : $(8R_1 + 4R_2 + 8C_1 + 5C_3)$.

Je place le barycentre G en traçant alors deus médianes.

Je trace NG qui place F. . . . . op. : $(6R_1 + 3R_2)$, NO étant déjà sur la figure.

Je trace la paralèle à NO menée par F par. . . . op. : $(3C_1 + C_3)$.

Je trace OG qui place F' sur cète paralèle. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

Je trace la perpendiculaire au milieu de FF'. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + 2C_3)$, c'est la droite cherchée. En tout :

Op. : $(18R_1 + 9R_2 + 13C_1 + 8C_3)$; simplicité : 48 ; exactitude : 31 ; 9 droites, 8 cercles.

CONSTRUCTION XXX. — *Construire la longueur :* $\sqrt{a^2 - b^2}$.

Je prends b. . . . . op. : $(2C_1)$.

Je trace un cercle $O(b)$ de centre quelconque. . . . . op. : (C_3).

Je mène un diamètre quelconque DOD'. . . . . op. : $(R_1 + R_2)$.

Je prends a et je trace $D(a)$, $D'(a)$ qui se coupent en E. . . . . op. : $(4C_1 + 2C_3)$; la distance OE (il n'y a pas besoin de tracer OE) est $\sqrt{a^2 - b^2}$.

Op. : $(R_1 + R_2 + 6C_1 + 3C_3)$; simplicité : 11 ; exactitude : 7 ; 1 droite, 3 cercles.

CONSTRUCTION XXXI. — *Construire la longueur* $\sqrt{a^2 + b^2}$.

Je trace une circonférence et un diamètre dont A et D sont les extrémités . . . . . op. : $(R_1 + R_2 + C_3)$.

Je trace $A(a)$ qui coupe cète circonférence en B, et je trace BD. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$ sur BD.

Je prends $BC = b$. . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$.

AC, qu'il n'y a pas besoin de tracer, est $\sqrt{a^2 + b^2}$.

Op. : $(3R_1 + 2R_2 + 6C_1 + 3C_3)$; simplicité : 14 ; exactitude : 9 ; 2 droites, 3 cercles.

Il faut remarquer que la géométrografie se prête immédiatement à l'évaluation des constructions de la géométrie du compas seul, et, par

Digitized by Google

suite, aux tracés sur la sphère ; d'ailleurs toutes les constructions qui se font avec la règle et le compas peuvent aussi se faire avec le compas seul ; en éfet, ces constructions se ramènent toujours aus trois suivantes :

1° Intersection de deus cercles ;

2° Intersection d'une droite et d'un cercle ;

3° Intersection de deus droites.

La première est de l'essence même de la géométrie du compas ; la deusième peut s'exécuter avec le compas seul (voir *Mathésis*, 1882, p. 220) ; la troisième aussi (voir *Mathésis*, 1882, p. 221). Cète dernière construction repose sur la construction de la quatrième proportionèle à trois droites donées et nous ferons remarquer à ce sujet que la construction de M. Tarry, indiquée dans notre mémoire de Besançon *(Compléments de Géométrografie)* est préférable à cèle qui est indiquée dans *Mathésis (loco citato)*, parce qu'èle est plus simple et surtout parce qu'il sufit de tracer le premier cercle sur lequel se fait la construction, d'un rayon sufisamment grand, pour qu'èle soit toujours immédiatement aplicable quèles que soient les longueurs M, N, P.

QUELQUES REMARQUES SUR CERTAINES DES CONSTRUCTIONS DE MES MÉMOIRES DE PAU ET DE BESANÇON

Géométrografie et Compléments de Géométrografie.

A. M. Bernès m'a indiqué pour la construction du segment capable, une métode de même simbole que cèle qui est donée (construction XXVIII, *Compléments de Géométrografie*), mais come èle en est diférente et que le problème est important, nous alons l'exposer ici.

LEMME. — *Construire au point* A *d'une droite* AB *un angle complémentaire d'un angle doné* xIy.

Je trace un cercle quelconque $\omega(\omega A)$ passant en A. . op. : $(C_1 + C_3)$ qui coupe AB en D ; sur Ix je porte IE $= \omega$A et je trace E(ωA). . . . . op. : $(2C_1 + 2C_3)$ qui coupe Iy en L, sur le cercle $\omega(\omega A)$ dans le sens convenable, je prends DG = IL et je trace AG. . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$ qui est la droite cherchée.

Op. : $(2R_1 + R_2 + 6C_1 + 4C_3)$; simplicité : 13 ; exactitude : 8 ; 1 droite, 4 cercles.

Soit maintenant à construire sur AB *un segment capable de l'angle* xIy.

Si O est le centre du cercle qui done le segment cherché, ωAB est l'angle complémentaire de xIy. J'en déduis la construction suivante :

Digitized by Google

Je trace A(AB), et B(AB) qui coupe AB en D. . . op. : $(3C_1 + 2C_3)$, puis I(AB) qui coupe Ix en E, puis E (AB) qui coupe Iy en L et Ix en K. . . . . op. : $(2C_1 + 2C_3)$.

Je trace D(IL) ou bien A(KL) qui coupe B(AB) en G. op. : $(3C_1 + C_3)$.

Je trace AG et la perpendiculaire au milieu de AB, perpendiculaire dont j'ai deus points par A(AB) et B(AB). . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

Enfin, je décris O(OA). . . . . op. : $(2C_1 + (C_3)$.

En tout :

Op. : $(4R_1 + 2R_2 + 10C_1 + 6C_3)$; simplicité : 22 ; exactitude : 14 ; 2 droites, 6 cercles.

B. M. Jung (de Milan) m'a fait remarquer que dans la construction XLIX des *Compléments de Géométrografie* (Besançon, 1893), première métode, il est possible de gagner une opération C_1 en la conduisant ainsi :

Je trace B(l) qui place L. . . . . op. : $(3C_1 + C_3)$; puis C(l) qui place P. . . . . op. : $(C_1 + C_3)$; puis B(n) qui place N et L(n) . . . . . op. : $(4C_1 + 2C_3)$; C(m) qui place Q, puis P(m). . . . . op. : $(4C_1 + 2C_3)$; avec la pointe en P, je prends PC $= l$. . . . . op. : (C_1).

Je trace alors Q(l), N(l). . . . . op. : $(2C_1 + 2C_3)$ qui, par leur intersection avec P(m) et L(n), placent E et D.

Enfin je trace CE, BD. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui placent M. En tout :

Op. : $(4R_1 + 2R_2 + 15C_1 + 8C_3)$; simplicité : 29 ; exactitude : 19 ; 2 droites, 8 cercles.

C. *Placer le réciproque* A′ *d'un point* A *par raport à un cercle dont on n'a point le centre.*

(Voir construction XXXVIII, Pau et Besançon.)

Je trace une droite quelconque passant par A et coupant le cercle en B et en C. . . . . op. : $(R_1 + R_2)$.

Je trace A(AC), A(AB). . . . . op. : $(3C_1 + 2C_3)$ coupant le cercle en C′ et en B′.

Je trace BC′, B′C. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$ qui se coupent au point A′ cherché.

Op. : $(5R_1 + 3R_2 + 3C_1 + 2C_3)$; simplicité : 13 ; exactitude : 8 ; 3 droites, 2 cercles.

Digitized by Google

ERRATA A LA GÉOMÉTROGRAFIE (Pau, 1892).

CONSTRUCTION XII. — Dans le simbole final *il faut lire :* $C_1 + 5C_3$, *au lieu de :* $6C_3$, et : Exactitude : 11 ; 5 cercles, *au lieu de* : Exactitude : 10 ; 6 cercles.

CONSTRUCTION XVII. — Lignes 9, 13, 19, *au lieu de :* $3C_3$, $2R_2$, $3C_1$, *lire respectivement :* C_3, R_2, $2C_1$.

Ligne 21, *au lieu de :* $6C_1$, *lire :* $5C_1$, et *au lieu de :* Simplicité 11 ; exactitude : 8, *lire :* simplicité : 10 ; exactitude : 7.

CONSTRUCTION XXII. — Première ligne, *au lieu de :* 4 droites, *lire :* 1 droite.

CONSTRUCTIONS XXIX, XXXVI, XLIV, XLV, LII, LVI, LVII. — Voir les rectifications dans les compléments de géométrografie (*Besançon,* 1893).

CONSTRUCTION XXXIV. — Ligne 3, *au lieu de:* $4R_1 + 4R_2$, *lire :* $2R_1 + 3R_2$.

Ligne 5 en remontant, après A(N), *ajoutez :* qui coupe BM en D.

CONSTRUCTION XXXV. — Ligne 2 en remontant, *au lieu de :* R_2, *lire :* $3R_2$.

CONSTRUCTION XLVIII. — Lignes 1 et 2 en remontant à partir de l'alinéa qui comence par : M. Mannheim n'avait pas indiqué, etc., *au lieu de :* $9C_3$, *lire :* $8C_3$, et *au lieu de :* simplicité : 43, *lire :* simplicité : 42.

Ligne 9 en remontant à partir du même endroit, *au lieu de :* $4C_3$, *lire :* $3C_3$.

CONSTRUCTION L. — Ligne 4 en remontant, *au lieu de :* $6C_1$ ... simplicité : 17 ; exactitude : 12, *lire :* $5C_1$ ... simplicité : 16 ; exactitude : 11.

Ligne 7 en remontant, *au lieu de :* $6C_1$, *lire :* $5C_1$.

CONSTRUCTION LXII. — Ligne 4, *éfacez :* Φ est le.

Ligne 5, *éfacez.*

Ligne 6, *éfacez.*

ERRATA AUX COMPLÉMENTS DE GÉOMÉTROGRAFIE (Besançon, 1893).

CONSTRUCTION XXXIV. — Ligne 5, *ajoutez :* op. : (C_3).

Ligne 11, *au lieu de :* $2C_3$; simplicité : 13, *lisez :* $3C_3$; simplicité : 15.

Ligne 12, *au lieu de :* 2 cercles, *lisez :* 3 cercles.

Digitized by Google

CONSTRUCTION XXXV. — *Au lieu de :* 1885, *lisez :* 1685.

CONSTRUCTION XXXVI. — Ligne 8, *au lieu de :* $6R_2$, *lisez :* $6R_1$.

CONSTRUCTION XLIX. — Dernière ligne de la première métode, *au lieu de:* 3 cercles, *lisez* : 8 cercles.

Ligne 4 de l'alinéa qui comence par : (*b*) supposons, etc., *au lieu de :* MM'_a, CM'_b, *lisez :* MM_a,CM_b.

CONSTRUCTION LIV. — A partir de : Voici une construction plus simple, *éfacez jusqu'à la fin* (18 lignes).

CONSTRUCTION LV. — *Éfacez*.

CONSTRUCTION LVIII. — *Lire* : LVII.

Après : Point de Tarry, *ajoutez :* ayant placé R par la construction précédente.

M. Émile LEMOINE

Ancien Élève de l'École Politecnique (*), à Paris.

APLICATION DE LA GÉOMÉTROGRAFIE A LA GÉOMÉTRIE DESCRIPTIVE [K 21 a δ]

— Séance du 10 août 1894 —

Dans ce que nous avons écrit jusqu'ici en établissant les règles de la Géométrografie, nous avons toujours suposé que l'on employait *uniquement* la règle et le compas, pour exécuter les constructions géométriques, instruments qui corespondent à la Géométrie canonique des Grecs, de la droite et du cercle; mais il est évident que, si l'on veut étudier, en suivant une métode analogue, les constructions de la Géométrie descriptive, il faut, pour que les évaluations puissent avoir de l'utilité, admètre l'emploi de l'équerre, en créant pour èle un nouveau simbole; nous avons mensioné cela dès nos premiers Mémoires sur le sujet (*Comptes rendus*, 1888, 16 juillet; *A. F.*, 1888, Congrès d'Oran). Aujourd'hui nous alons développer cète aplication en analisant les premières constructions de la Géométrie descriptive.

(*) Voir la note du Mémoire précédent.

Digitized by Google

. . . . . .

CONVENTIONS ET DÉFINITIONS.

L'opération qui consiste à mètre le bord d'une règle en coïncidence avec un point sera . . . . . op. : (R_1).

Avec deus points, èle sera donc *spéculativement* . . . . op. : ($2R_1$).

Quand on se sert de l'équerre pour le tracé des paralèles, il faut mètre le bord d'un côté de cète équerre en coïncidence, soit avec une droite *déjà tracée*, — ce qui n'a jamais lieu dans les constructions canoniques de la règle et du compas — soit avec deus points qui déterminent une droite; on pourrait dire que cète deusième opération est déjà nomée ($2R_1$), en éfet : que ce soit une règle ou une équerre dont on se serve, l'opération est la même et il peut sembler très naturel, au premier abord, d'assimiler la première opération à la seconde; mais je considère qu'il y a avantage à faire ressortir le degré de fréquence dans l'usage qu'on a fait de l'équerre pour une construction, aussi :

L'opération qui consiste à *déterminer une direction* en métant le bord de l'équerre en coïncidence soit avec une droite déjà tracée, soit avec deus points, sera désignée non par ($2R_1$), mais par. . . . . op. : ($2R'_1$).

Il est clair que, malgré cète spécification, l'usage qu'on a fait de l'équerre pourra ne pas ressortir avec une exactitude complète dans le simbole obtenu, car, ayant fait, par exemple, une fois l'opération $2R_1$, il peut y avoir souvent à tracer plusieurs paralèles à cète même direction. On peut mètre un indice pour marquer le nombre de paralèles et écrire $2R_1$, $2R'_2$, $2R'_3$... suivant que, à la suite de l'opération du placement d'une direction, on a tracé 1, 2, 3... paralèles; mais cète recherche d'une représentation *minutieusement* exacte me paraît sortir de l'esprit dans lequel je conçois la Géométrografie. Je n'insiste pas, chacun pourra faire ce qu'il jugera bon dans chaque cas, et cela n'importe pas à la métode; dans ce qui suit nous n'emploierons que op.; ($2R'_1$) quel que soit le nombre de paralèles à la direction déterminée, que l'on ait à tracer.

Nous ne comptons pas l'acte tout mécanique de placer la règle le long de l'équerre ou réciproquement, de même que nous n'avons pas compté, dans nos Mémoires précédents, l'acte de poser la pointe du compas en un point *indéterminé* du plan.

Faire glisser l'équerre jusqu'à ce que son bord passe en un point placé . . . . . op. : (E).

Tracer la ligne le long du bord de la règle ou de l'équerre. op. : (R_2).

Mètre une pointe du compas en un point placé . . . . . op. : (C_1), donc, spéculativement, prendre avec le compas une longueur placée, c'est-à-dire mètre chaque pointe sur un point, sera . . . . op. : ($2C_1$).

Mètre une pointe en un point indéterminé d'une ligne tracée. op. : (C_2)

Digitized by Google

Tracer un cercle . . . . . op. : (C_3).

D'après ces conventions, toute construction faite avec la règle, le compas et l'équerre sera représentée par un simbole de la forme . . . . . op. : $(l_1R_1 + l_2R'_1 + l_3R_2 + l_4E + l_5C_1 + l_6C_2 + l_7C_3)$.

Nous apèlerons le nombre : $l_1 + l_2 + \ldots l_7$ coefficient de simplicité, et le nombre : $l_1 + l_2 + l_4 + l_5 + l_6$, coefficient d'exactitude ; l_3 sera le nombre des droites tracées, l_7 celui des cercles.

Nous suposerons que l'on se sert d'une feuille colée sur une planche et que la direction des horizontales (ou paralèles à la ligne de terre) est donée par le bord de l'instrument nomé *té*, lorsqu'il est en position pour le tracé de l'épure.

Nous admétrons que l'on trace les lignes de rapel *avec l'équerre et le te* après avoir vérifié que la direction d'un des cotés de l'équerre, l'autre s'apuyant sur le té, coïncide bien avec la direction d'une perpendiculaire à la direction des lignes donées par le té. En dehors de cet usage pour le tracé des lignes de rapel, nous n'userons de l'équerre que pour le tracé des paralèles et non pour le tracé des perpendiculaires ; je veus dire que, si j'ai besoin de mener la perpendiculaire à la ligne AB, je n'opérerai pas ainsi : mètre un des cotés de l'angle droit de l'équerre en coïncidence avec AB, puis tracer une ligne en suivant l'autre coté de l'angle droit.

Nous n'admétons point cète manière d'opérer parce qu'èle est regardée come inexacte dans le tracé des épures de précision, mais il est clair qu'il n'y a aucune dificulté à évaluer les constructions où l'on n'aurait pas cète rigueur ; mètre le bord de l'équerre en coïncidence avec AB serait $(2R'_1)$ et le tracé de la perpendiculaire serait : 1° (R_2) pour une perpendiculaire arbitraire ; 2° $(E + R_2)$ s'il falait que la perpendiculaire passât par un point placé ; on aurait ainsi, soit . . . . . op. : $(2R'_1 + R_2)$, soit. . . . . op. : $(2R'_1 + R_2 + E)$, pour mener soit une perpendiculaire quelconque, soit une perpendiculaire passant par un point, à une direction donée.

Si j'ai de nombreuses perpendiculaires à tracer à la même direction, come dans le cas du tracé des lignes de rapel lorsque l'on a changé de plans de projection, je trace la première ligne de rapel avec la règle et le compas et les autres avec l'équerre come étant des paralèles à la première.

Je remarque bien une sorte de contradiction dans ces conventions, car, d'une part, j'admets l'usage de l'équerre (après vérification de l'ortogonalité de ses deus cotés) pour tracer les perpendiculaires lorsque le té est la base sur laquèle èle s'apuie, et je la repousse si la base est une règle ; cependant si l'équerre est juste dans le premier cas, èle n'est pas moins juste dans le deusième. De raisons téoriques à cète contradiction, il n'y en a point, mais on fait le plus souvent ainsi, et des dessinateurs consulté

Digitized by Google

m'ont dit que le té guidé par la planche était plus fixe que la règle maintenue par la main et que l'expérience avait montré que l'on pouvait opérer ainsi en général, cependant que dans les cas où l'on recherche la plus grande précision que l'on puisse ateindre, il vaut mieus rejeter complètement l'équerre. A la raison expérimentale, je n'ai rien à dire, mais cèle de la non fixité de la règle me semble peu concluante puisqu'on admet qu'èle sufit pour le tracé des paralèles. Quoi qu'il en soit, nous n'avons pas à trancher la question ; et puisqu'il fallait se décider, nous avons suivi l'usage; mais comme nous donons les moyens d'évaluer les constructions: *a* : avec la règle et le compas seuls ; *b* : avec la règle, le compas et l'équerre, cèle-ci s'employant exclusivement au tracé des paralèles ; *c* : avec la règle, le compas et l'équerre, cèle-ci s'employant aussi pour le tracé des perpendiculaires à la direction donée par le té ; *d* : avec la règle, le compas et l'équerre, cèle-ci s'employant aussi pour le tracé des perpendiculaires à toutes les directions, il sufira que l'on choisisse, en faisant une construction, le mode de notation que l'on veut adopter si l'on désire modifier le nôtre, et qu'on évalue alors cète construction en conséquence.

Pour abréger le langage, nous désignerons par σ le somet de l'angle droit de l'équerre, par τ et τ' les extrémités de l'hypoténuse, *lt* sera la ligne de terre.

Nous désignerons un point, soit par une lètre majuscule, soit par les deux lètres minuscules qui représentent ses projections ; ainsi nous dirons indiféremment le point A ou le point (a, a') ; la droite AB ou la droite $(ab, a'b')$.

a désignera la projection horizontale du point A, a' sa projection verticale, enfin O(AB) ou O(R) sera le cercle de centre O et de rayon AB ou R.

CONSTRUCTION I. — *Par un point* A *mener une paralèle à une droite* BC.

Plaçons $\sigma\tau$ en coïncidence avec BC. . . . . op. : $(2R_1')$, apliquons la règle sur $\tau\tau'$ (nous ne mensionerons plus, en menant des paralèles, cète manœuvre que nous ne comptons pas dans le simbole), faisons glisser l'équerre sur la règle jusqu'à ce que $\sigma\tau$ passe en A. op.: (E), traçons la droite le long de $\sigma\tau$. . . . . op.: (R_2).

En tout :

Op.: $(2R_1 + E + R_2)$; simplicité : 4 ; exactitude : 3 ; 1 droite.

Il est évident que l'on peut aussi placer $\tau\tau'$ sur BC, apliquer la règle le long de $\sigma\tau'$ (ou de $\sigma\tau$ suivant la position de A) et faire glisser l'équerre jusqu'à ce que $\tau\tau'$ passe en A et tracer alors la paralèle le long de $\tau\tau'$.

Digitized by Google

CONSTRUCTION II. — *Placer les traces d'une droite* AB *donée par ses projections.*

1° *La droite n'est pas dans un plan de profil.* On trouve immédiatement le simbole :

Op. : $(2E + 2R_2)$; simplicité : 4; exactitude : 2; 2 droites.

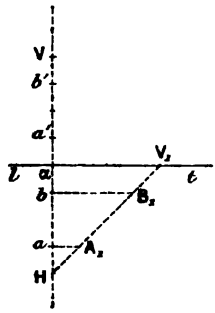


FIG. 1.

2° *La droite est dans un plan de profil et est donée* (fig. 1) *par les projections* (a, a'), (b, b') *de deus de ses points.* Soit α le point où le plan de profil coupe lt; par a et par b je trace des paralèles à la ligne de terre . . . op. : $(2E + 2R_2)$.

Je porte sur ces paralèles et dans le même sens $bB_1 = \alpha b'$; $aA_1 = \alpha a'$ . . . . op. : $(6C_1 + 2C_2)$.

Je trace A_1B_1. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$.

A_1B_1 coupe lt en V_1 et la trace horizontale du plan de profil $a'\alpha a$ en H, point qui est la trace horizontale cherchée de la droite AB, je relève αV_1 en V sur $\alpha b'$. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$.

La construction a donc pour simbole :

Op. : $(2R_1 + 3R_2 + 2E + 8C_1 + 3C_3)$; simplicité : 18 ; exactitude : 12 ; 3 droites, 3 cercles.

CONSTRUCTION III. — *Placer les traces d'un plan déterminé par les projections* (ab, a'b') (ac, a'c') *de deus droites* (fig. 2).

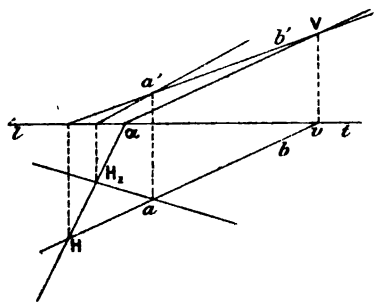


FIG. 2.

Je place les traces H, V de AB et l'une des traces de AC, H_1 par exemple (construction II). . op. : $(3E + 3R_2)$.

Je trace HH_1 qui coupe lt en α et je trace αV. . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$; les traces cherchées sont placées par :

Op. : $(4R_1 + 3E + 5R_2)$; simplicité : 12; exactitude : 7 ; 5 droites.

CONSTRUCTION IV. — *Par un point* (a, a') *mener une paralèle à une droite* (de, d'e').

1° La droite DE n'est pas située dans un plan de profil. Par a et par a' je mène des paralèles respectivement à de et à $d'e'$:

Op. : $(4R' + 2E + 2R_2)$; simplicité : 8 ; exactitude : 6; 2 droites.

Digitized by Google

C'est la paralèle demandée.

2° La droite DE *(fig. 3)* située dans un plan de profil $d'\alpha d$ est donée par deux points (d, d') (e, e').

Par a, d, e, je mène des horizontales. . . . . op. : $(3E + 3R_2)$; sur ces trois horizontales, je prends dans le même sens et à partir de a, d, e des longueurs aA_1, dD_1, eE_1 respectivement égales aux distances de a', d', e' à la ligne lt. . . . . op. : $(9C_1 + 3C_3)$.

Par A_1, je mène une paralèle à D_1E_1. . . . . op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Cète paralèle coupe la ligne aa' suivant la trace horizontale H de la ligne cherchée. La droite cherchée est donc déterminée par sa trace H et par le point A au moyen d'une construction dont le simbole est :

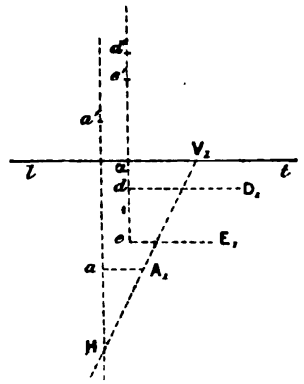


FIG. 3.

Op. : $(2R'_1 + 4R_2 + 9C_1 + 3C_3 + 4E)$; simplicité : 22; exactitude : 15; 4 droites, 3 cercles.

CONSTRUCTION V. — *Intersection d'un plan doné par ses traces* αp, αq *et d'une droite* AB *donée par ses projections.*

Je mène la trace aq du plan vertical projetant horizontalement AB. . . . . op. : $(E + R_2)$.

Je projète en p' sur la ligne de terre le point p où αp coupe ab . . . . . op. : $(E + R_2)$.

Je trace qp'. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$, qui coupe $a'b'$ en x'; je mène la ligne de rapel $x'x$ qui coupe ab en x. . . . . op. : $(E + R_2)$, (x, x') est le point cherché.

Op. : $(2R_1 + 4R_2 + 3E)$; simplicité : 9; exactitude : 5; 4 droites.

CONSTRUCTION VI. — *Étant doné un plan par ses traces* αp, αq *et une projection* a, *par exemple, d'un point* A *de ce plan, trouver l'autre projection* a'.

Je trace la projection horizontale de l'horizontale du plan doné, horizontale passant par A; èle coupe lt en h. . . . op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Je mène la ligne de rapel de h qui coupe αq en h' et la ligne de rapel de a . . . . . op. : $(2E + 2R_2)$; puis la paralèle à la ligne de terre passant en h' . . . op. : $(E + R_2)$;

Digitized by Google

èle coupe la ligne de rapel de a, en a'; j'ai donc le point cherché (a, a') par :

Op. : $(2R'_1 + 4R_2 + 4E)$; simplicité : 10 ; exactitude : 6; 4 droites.

CONSTRUCTION VII. — *Mener par un point* (a, a') *un plan paralèle à deus droites donées* (de, d'e'), (fg, f'g').

Je mène par A des paralèles D_1E_1, F_1G_1 à DE et à FG . . . . . op. : $(8R'_1 + 4E + 4R_2)$.

Je cherche la trace horizontale H_1 et la trace verticale V_1 de l'une de ces paralèles D_1E_1 par exemple, puis l'une des traces de F_1G_1, sa trace horizontale H_2 par exemple. . . . . op. : $(3E + 3R_2)$.

Je trace H_1H_2 qui coupe lt en l, je trace lV_1. . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$, H_1H_2l et lV_1 sont les traces cherchées.

Op. : $(4R_1 + 8R'_1 + 7E + 9R_2)$; simplicité : 28 ; exactitude : 19 ; 9 droites.

CONSTRUCTION VIII. — *Trouver la vraie grandeur d'une droite* AB *donée par les projections, des deus points* A *et* B (fig. 4).

1° Je trace ab, je trace par b (sans l'équerre) la perpendiculaire bB_1 à ab . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_1 + C_3)$; puis par a je trace une paralèle aA_1 à bB_1. . . . . op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

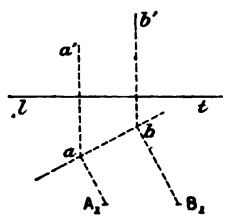


Fig. 4.

Je prends bB_1, aA_1 respectivement égales aux distances de b', a' à la ligne de terre. . . . . op. : $(6C_1 + 2C_3)$.

La longueur A_1B_1 (qu'il n'y a pas besoin de tracer) est la longueur cherchée obtenue par :

Op. : $(4R_1 + 2R'_1 + 3R_2 + E + 7C_1 + 3C_3)$; simplicité : 20 ; exactitude : 14 ; 3 droites, 3 cercles.

2° *Autre métode* (fig. 5). — Par b je mène une paralèle à lt et je décris $b(ba)$ qui rencontre cette paralèle en a_1. . . . . op. : $(R_2 + E + 2C_1 + C_3)$.

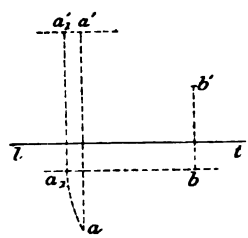


Fig. 5.

Je trace par a' une paralèle $a'a'_1$ à lt et par a_1 la ligne de rapel $a_1a'_1$. . . . op. : $(2R_2 + 2E)$.

La distance a'_1b' est la longueur de AB, obtenue par le simbole :

Op. : $(3R_2 + 3E + 2C_1 + C_3)$; simplicité : 9 ; exactitude : 5; 3 droites, 1 cercle.

Cette métode est beaucoup plus simple que la première, même si l'on avait admis pour èle l'usage de l'équerre pour tracer bB_1.

Digitized by Google

CONSTRUCTION IX. — *Par un point doné* (a, a') *: 1° tracer une perpendiculaire à un plan doné par ses traces* αp, αq *; 2° trouver le pied* X *de la perpendiculaire ; 3° trouver la distance de* A *au plan doné.*

1° De a et de a' j'abaisse (sans me servir de l'équerre) des perpendiculaires ax, $a'x'$ respectivement sur αp, γq, ce sont les projections de la droite cherchée.

Op. : $(4R_1 + 2R_2 + 6C_1 + 6C_3)$; simplicité : 18 ; exactitude : 10 ; 2 droites, 6 cercles (*).

2° Pour placer le pied X de la perpendiculaire, j'emploie la construction V ; il faut donc ajouter. . . . . op.: $(2R_1 + 4R_2 + 3\,E)$.

3° Pour trouver la longueur AX j'emploie la construction VIII ; 2° il faut alors ajouter. . . . . op.: $(3R_2 + 3E + 2C_1 + C_3)$.

En tout pour la construction complète :

Op. : $(6R_1 + 9R_2 + 6E + 8C_1 + 7C_3)$; simplicité : 36 ; exactitude : 20 ; 9 droites, 7 cercles.

QUELQUES MOTS SUR L'APLICATION A LA MÉTODE DES CHANGEMENTS DE PLAN.

Je conserve l'un des plans de projection, le plan horizontal par exemple, et je prends pour nouvèle ligne de terre, la ligne l_1t_1, *considérée come tracée sur l'épure.*

CONSTRUCTION X. — *Construction* (sans l'emploi de l'équerre) *de la direction* DD_1 *perpendiculaire à* l_1t_1.

Cète construction a pour but de permètre de mener ensuite avec l'équerre les nouvèles lignes de rapel. On obtient deus points d'une direction perpendiculaire à l_1t_1 par deus moyens très simples entre lesquels on choisira suivant les cas.

1° De deus points quelconques de l_1t_1 comme centres je décris des cercles de rayon quelconque, mais tels que les cercles se coupent ; les points d'intersection des deus cercles donent la direction que l'on cherche.

Op. : $(2C_1 + 2C_3)$; simplicité : 4 ; exactitude : 2 ; 2 cercles.

(*) Au dernier moment, M. BERNÈS me fait remarquer que cète construction peut être mieus dirigée et légèrement simplifiée, en opérant ainsi :

Je trace $\alpha(\alpha a)$, $\alpha(\alpha a')$. . . . . op.: $(3C_1 + 2C_3)$; puis β étant un point quelconque de αp et γ un point quelconque de αq, je trace $\beta(\beta a)$, $\gamma(\gamma a')$ . . . . . op.: $(2C_1 + 2C_2 + 2C_3)$.

Je trace l'intersection des deus cercles $\alpha(\alpha a)$, $\beta(\beta a)$ et cèle de $\alpha(\alpha a')$, $\gamma(\gamma a')$. . . op.: $(4R_1 + 2R_2)$.

En tout :

Op: $(4R_1 + 2R_2 + 5C_1 + 2C_2 + 4C_3)$; simplicité : 17 ; exactitude : 11 ; 2 droites ; 4 cercles.

Cela ferait par suite une égale simplification à quelques-unes des constructions suivantes, mais come notre but n'est que de doner *un exemple* du mode d'aplication de la Géométrografie à la Géométrie descriptive nous ne les modifions pas.

Digitized by Google

2° D'un point quelconque O du plan come centre, je décris un cercle de rayon arbitraire qui coupe l_1t_1 en A et B . . . . . op.: (C_3).

Je trace OA . . . . . op.: $(2R_1 + R_2)$ qui coupe le cercle en C; B et C sont deus points de la direction cherchée qu'il n'y a pas besoin de tracer.

Op.: $(2R_1 + R_2 + C_3)$; simplicité: 4; exactitude: 2; 1 droite, 1 cercle.

CONSTRUCTION XI. — *Placer la nouvèle projection verticale* a'_1 *d'un point doné* (a_1a').

A. — Je trace (sans l'équerre) l_1t_1 étant la nouvèle ligne de terre, la ligne de rapel aa'_1. . . . . op.: $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$; puis je place a'_1 au moyen de la distance de a' au plan horizontal . . . . . op.: $(3C_1 + C_3)$.

En tout:

Op.: $(2R_1 + R_2 + 6C_1 + 4C_3)$; simplicité: 13; exactitude: 8; 1 droite, 4 cercles.

A'. — Pour placer la nouvèle projection verticale b'_1 de tout autre point (b, b'), maintenant que la direction des lignes de rapel est tracée, je puis employer l'équerre et l'opération ne sera que:

Op.: $(2R'_1 + R_2 + E + 3C_1 + C_3)$; simplicité: 8; exactitude: 6; 1 droite, 1 cercle.

B. — Pour ramener un point (b, b'_1) à être raporté au premier sistème de projection, je trace la ligne de rapel bb', puis je prends b' à la même distance de lt que b'_1 de l_1t_1:

Op.: $(R_2 + E + 3C_1 + C_3)$; simplicité: 6; exactitude: 4; 1 droite, 1 cercle.

CONSTRUCTION XII. — *Placer la nouvèle projection verticale* $a'_1b'_1$ *d'une droite* (ab, a'b').

A. — Je mène dans le premier sistème de projection deus lignes de rapel quelconques qui placent deus points quelconques A et B sur la droite. . . . . op.: $(2R_2)$.

Je place a'_1 par le simbole. . . . . op.: $(2R_1 + R_2 + 6C_1 + 4C_3)$; puis ayant maintenant la direction des nouvèles lignes de rapel, je place b'_1 par. . . . . op.: $(2R'_1 + R_2 + E + 3C_1 + C_3)$.

Je trace $a'_1b'_1$. . . . . op.: $(2R_1 + R_2)$.

En tout:

Op: $(4R_1 + 2R'_1 + 5R_2 + E + 9C_1 + 5C_3)$; simplicité: 26; exactitude: 16; 5 droites, 5 cercles.

Digitized by Google

A'. — Pour toute autre droite que la première, la direction des nouvèles lignes de rapel étant conue, la construction se ferait par :

Op.: $(2R'_1 + 4R_2 + 2E + 6C_1 + 2C_3)$; simplicité: 16; exactitude: 10; 4 droites, 2 cercles.

Et même par :

Op.: $(2R'_1 + 2R_2 + 2E + 6C_1 + 2C_3)$; simplicité: 14; exactitude: 10; 2 droites, 2 cercles, si deus points étaient marqués sur la droite dans le premier sistème.

B. — Pour ramener une droite $(ab, a'_1b'_1)$ dans le premier sistème de projection, je place deus de ses points $(a, a'_1)(b, b'_1)$ par des lignes de rapel . . . . . op.: $(2R'_1 + 2R_2)$.

Je trace les lignes de rapel aa', bb'. . . . . op.: $(2R_2)$.

Je place les points a', b'. . . . . op.: $(6C_1 + 2C_3)$.

Je trace $a'b'$. . . . . op.: $(2R_1 + R_2)$.

En tout :

Op.: $(2R_1 + 2R'_1 + 5R_2 + 6C_1 + 2C_3)$; simplicité : 17; exactitude : 10; 5 droites, 2 cercles.

B'. — Si, ce qui arrive le plus souvent, il y avait déjà sur cète droite deus points marqués. le simbole de l'opération serait seulement:

Op.: $(2R_1 + 3R_2 + 6C_1 + 2C_3)$; simplicité : 13; exactitude : 8; 3 droites, 2 cercles.

QUELQUES MOTS SUR L'APLICATION A LA MÉTODE DES ROTATIONS.

CONSTRUCTION XIII. — *Rendre une droite* AB *paralèle à l'un des plans de projection, au plan vertical, par exemple.*

Je marque deus points M et N sur AB . . . . . op.: $(2R_2)$.

Je fais tourner la droite AB autour d'un axe vertical passant par M jusqu'à ce que AB soit paralèle au plan vertical, n a pour nouvèle position n_1 sur la paralèle à lt menée par m et sur le cercle $m(mn)$ . . . . . op.: $(R_2 + E + 2C_1 + C_3)$,

n'_1 est alors sur la paralèle à lt menée par n' et sur la ligne de rapel menée par n_1. . . . . op.: $(2R_2 + 2E)$.

mn'_1 est la nouvèle projection verticale de AB déterminée par ces deus points m, n'_1 au moyen du simbole :

Op.: $(5R_2 + 3E + 2C_1 + C_3)$; simplicité: 19 ; exactitude : 5 ; 5 droites, 1 cercle.

Si j'ai besoin de tracer cète nouvèle projection mn'_1, j'aurai à y ajouter . . . . . op.: $(2R_1 + R_2)$

Remarque. — Les nouvèles projections l_1, l'_1 de tout autre point (l, l') marqué sur AB s'obtiendront par. . . . op.: $(2R_2 + 2E + 2C_1 + C_3)$.

Digitized by Google

CONSTRUCTION XIII *(bis)*. — *Placer les nouvèles projections* d_1, d'_1 *d'un point* D *lié à* AB, *lorsque* AB *est venue se placer, par rotation autour de l'axe vertical passant par* M, *parallèlement au plan vertical.*

Je trace le cercle $m(md)$, puis dans le sens dans lequel a tourné AB, je prends sur $m(md)$ un point d_1 tel que l'arc dd_1 représente sur ce cercle l'angle dont a tourné mn pour venir en mn_1, etc.; on trouve que d_1 et d'_1 sont placés par :

Op. : $(2R_2 + 2E + 5C_1 + 2C_3)$; simplicité : 11 ; exactitude : 7 ; 2 droites, 2 cercles.

CONSTRUCTION XIII *(ter)*. — *Rendre la droite* AB *perpendiculaire au plan horizontal.*

Avec les mêmes notations que dans la construction XIII, je fais exactement les mêmes constructions en rendant d'abord AB paralèle au plan vertical, puis je fais tourner la droite MN_1 autour de l'axe perpendiculaire au plan vertical passant par N_1 (ou par M si l'on préfère) jusqu'à ce qu'èle devienne verticale, ce qui, *sans tracé nouveau*, montre que la droite AB devenue perpendiculaire au plan horizontal est représentée en projection horizontale par le point n_1 et en projection verticale par la ligne nn_1.

CONSTRUCTION XIV. — *Trouver la nouvèle position* $(d_2d'_2)$ *d'un point* D *lié à* AB *lorsque* AB *a été rendue perpendiculaire au plan horizontal* (fig. 6).

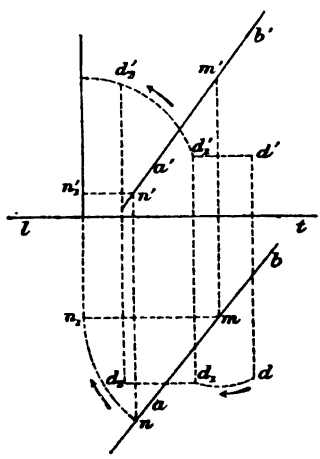


FIG. 6.

Je fais tourner D autour de l'axe vertical passant par M de l'angle dont j'ai fait tourner la droite AB pour la rendre paralèle au plan vertical; D vient ainsi en (d_1, d'_1). . op. : $(2R_2 + 2E + 5C_1 + 2C_3)$.

Je fais maintenant tourner (d_1, d'_1) autour de l'axe perpendiculaire au plan vertical passant en (n_1, n'_1) du même angle dont MN_1 a tourné pour devenir perpendiculaire au plan horizontal. . . . . op. : $(2R_1 + 3R_2 + 2E + 5C_1 + 2C_3)$; j'obtiens ainsi la position (d_2, d'_2) de D lorsqu'il a suivi le mouvement de AB devenue perpendiculaire au plan horizontal. En tout :

Op. : $(2R_1 + 5R_2 + 4E + 10C_1 + 4C_3)$; simplicité ; 25 ; exactitude ; 16 ; 5 droites, 4 cercles.

Digitized by Google

CONSTRUCTION XV. — *Trouver la nouvèle position d'une droite* CF *liée à* AB, *lorsque* AB *a été rendue perpendiculaire au plan horizontal.*

Il sufira de marquer deus points quelconques C, F de cette droite par des lignes de rapel. . . . . op.: $(2R_2)$ et de traiter chacun d'eus come nous avons traité D dans la construction XIV. . . . . op.: $(2R_1 + 11R_2 + 8E + 20C_1 + 8C_2)$.

Si l'on a besoin de tracer $(c_2d_2, c'_2d'_2)$ pour représenter la droite CF dans sa position nouvèle, il faudra évidemment ajouter . . op.: $(4R_1 + 2R_2)$ au simbole précédent.

CONSTRUCTION XVI. — *Trouver en grandeur et en position la plus courte distance* EF *de deus droites* AB, CD, *donées par leurs projections.*

A. Première métode. — Je prends un point A sur l'une des droites, et un point C sur l'autre. . . . . op.: $(2R_2)$. Je mène par C une paralèle CB_1 à AB (construction IV 1°). . . . . op.: $(4R'_1 + 2E + 2R_2)$.

Je cherche les traces du plan qui passe par CD et CB_1 (construction III) . . . . . op.: $(4R_1 + 3E + 5R_2)$.

J'abaisse sur ce plan la perpendiculaire AA_2 et je place A_2 (construction IX) . . . . . op.: $(6R_1 + 6R_2 + 3E + 6C_1 + 6C_2)$.

Je mène par a_2 une paralèle à ab. . . . . op.: $(2R'_1 + R_2 + E)$ qui coupe cd en e, puis la ligne de rapel ee'. . . . . op.: $(R_2 + E)$ qui place e' sur $c'd'$; je mène par e une paralèle à aa_2 qui coupe ab en f . . . . . op.: $(R_2 + 2R'_1 + E)$; je trace la ligne de rapel ff' qui place f' sur $a'b'$ . . . op.: $(R_2 + E)$.

EF est la plus courte distance cherchée qui est ainsi placée en projections par :

Op. : $(10R_1 + 8R'_1 + 19R_2 + 12E + 6C_1 + 6C_2)$; simplicité : 61 ; exactitude : 36 ; 19 droites, 6 cercles.

Si j'ai besoin de tracer ef, $e'f'$ il faudra ajouter . . op.: $(2R_1 + R_2)$, puisque ef est déjà tracée.

Pour trouver la longueur EF, j'emploie la construction VIII; il faudra ajouter. . . . . op.: $(3R_2 + 3E + 2C_1 + C_2)$. La construction sera donc complètement exécutée, y compris le tracé de ef, $e'f'$ et la recherche de la vraie longueur de EF par le simbole :

Op. : $12R_1 + 8R'_1 + 23R_2 + 15E + 8C_1 + 7C_2)$; simplicité : 73 ; exactitude : 43 ; 23 droites, 7 cercles.

B. Deusième métode, par changement de plans. — Je place deus points (a, a'), (b, b') sur AB et deus points (c, c'), (d, d') sur CD. . . op. : $(4R_2)$.

Digitized by Google

Je prends ab pour nouvèle ligne de terre en gardant le plan horizontal. Je trace la direction perpendiculaire à la nouvèle ligne de terre ab (construction X, 2°). . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + C_3)$.

Je trace les nouvèles projections verticales a', b', c', d'_1. . . . . op. : $(2R'_1 + 4E + 4R_2 + 12C_2 + 4C_3)$.

Je trace $a'_1b'_1$ . . . . . op. : $(2R_1 + 2R_2)$.

Je change de plan horizontal de projection en prenant une nouvèle ligne de terre l_2t_2 perpendiculaire à $a'_1b'_1$ . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + C_3)$. l_2t_2 coupe $a'_1b'_1$ en e_2; je trace les nouvèles projections horizontales c_2, d_2 de CD. . . . . op. : $(2R'_1 + 2R_2 + 2E + 6C_1 + 2C_3)$; je trace c_2d_2 . . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$. J'abaisse de e la perpendiculaire e_2f_2 sur c_2d_2 op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$, f_2 étant son pied ; e_2f_2, longueur de la plus courte distance cherchée, est obtenue par . . . . . op.: $12R_1 + 4R'_1 + 16R_2 + 6E + 21C_1 + 11C_3)$.

Il reste à placer les projections des extrémités E et F de la plus courte distance EF sur les droites $(ab, a'b')$ $(cd, c'd')$; je trace $c'_1d'_1$ . . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$. Par une ligne de rapel, je place f'_1 sur $c'_1d'_1$ . . . op. : $(2R'_1 + E + R_2)$.

Je trace les lignes de rapel partant de e_2 et de f'_1 pour placer e, f respectivement sur ab et sur cd . . . . . op.: $(2R'_1 + 2E + 2R_2)$.

Enfin je trace les lignes de rapel ee', ff' qui placent e' et f' sur $a'b'$ et sur $c'd'$. . . . . op. : $(2E + 2R_2)$ et je trace ef, $e'f'$. . . . . op. : $(4R'_1 + 2R_2)$.

Toute la construction sera donc obtenue par le simbole :

Op. : $(18R_1 + 8R'_1 + 24R_2 + 11E + 21C_1 + 11C_3)$; simplicité : 83 ; exactitude : 58 ; 24 droites, 11 cercles.

Le simbole eût été un peu moins simple si — ce qui peut arrivèr souvent dans les épures — j'avais été obligé de prendre pour première ligne de terre auxiliaire, non ab, mais une paralèle à ab.

C. Troisième métode par rotations. — Je ramène la droite AB à être perpendiculaire au plan horizontal par la construction XIII *(ter)* identique à la construction XIII . . . . . op. : $(2R_1 + 6R_2 + 3E + 2C_1 + C_3)$.

Je trace, par la construction XV, la nouvèle position C_2D_2 de CD considérée comme liée à AB et je trace les nouvèles projections de la droite c_2d_2, $c'_2d'_2$. . . . . op. : $(4R_1 + 13R_2 + 8E + 20C' + 8C_3)$.

Si j'ai désigné par b_1 le point où se projète horizontalement la droite AB devenue perpendiculaire au plan horizontal, la perpendiculaire comune a maintenant pour projection horizontale la perpendiculaire b_1f_2 abaissée de b_1 sur c_2d_2. . . . . op. : $(2R_1 + R_2 + 3C_1 + 3C_3)$.

b_1f_2 est la véritable longueur de cète perpendiculaire comune ; il ne reste plus qu'à la placer en situation sur les droites dans leur position

Digitized by Google

primitive; et, sans entrer dans des détails ausquels on supléera facilement avec ce qui précède, ef, $e'f'$ seront tracés de la façon suivante :

Les projections verticales des extrémités de la perpendiculaire comune seront placées sur les projections verticales des droites AB, CD dans leur position où AB est perpendiculaire au plan horizontal par op. : $(2R_2 + 2E)$; puis les deux projections de chaque point dans la position où AB est paralèle au plan vertical seront placées par op. : $(2R_2 + 2E + 4C_1 + 2C_3)$; puis sur AB et CD dans leur position primitive donée, par . . . . . op. : $(2R_2 + 2E + 4C_1 + 2C_3)$; enfin on tracera ef, $e'f'$ . . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2)$.

En tout :

Op. : $(14R_1 + 28R_2 + 17E + 33C_1 + 16C_3)$; simplicité : 108; exactitude : 64; 28 droites, 6 cercles.

J'arête ici les aplications que je veus faire de la Géométrografie à la Géométrie descriptive, car je n'ai eu pour but que de montrer coment la chose doit se faire. Il reste à s'ocuper de l'étude de toutes les épures classiques, étude qui rendrait très rapide l'évaluation du simbole de chaque épure particulière que l'on aurait à exécuter. Je n'ai pas la place de l'entreprendre ici, et l'aurai-je que je ne le ferai point, car je ne m'en sens pas capable, étant peu habitué à la pratique des tracés, puisque je n'ai pas fait une seule épure de Géométrie descriptive depuis ma sortie de l'École politecnique en 1862; je laisse donc ce soin à d'autres que cète aplication intéresserait particulièrement; il est même probable que dans les très simples épures que j'ai prises comme exemple, on trouvera des simplifications de tracé qui m'auront échapé.

Je rapèle que la Géométrografie est toujours spéculative par essence, qu'èle supose la feuille d'épure infinie, les instruments de dimension quelconque, etc., etc. La théorie indique une construction, toujours possible *théoriquement*, c'est à ce point de vue que la Géométrografie l'examine, voilà tout; celui qui exécute l'épure tire des indications de la Géométrografie le parti qu'il peut; si des impossibilités pratiques obligent à des modifications, la Géométrografie permet aussi de juger l'éfet de chacune d'èles.

Lorsqu'une épure contient des donées numériques, il faut admètre l'usage des règles divisées, il n'y a rien à dire de particulier dans ce cas; on compte $2C_1$ l'opération qui consiste à prendre entre les branches du compas une longueur marquée par les divisions de la règle.

La comparaison des trois *constructions XVI* me fait penser que si, au moment des longs débats qui ont eu lieu dans la première partie du siècle, entre les partisans de la métode de Monge et ceux de la métode d'Olivier qui introduisait partout, *par principe*, dans la Géométrie descriptive, les artifices, d'ailleurs souvent utiles, des rotations et des changements de plan, on avait eu le critère géométrografique, la discussion

Digitized by Google

n'eût pas même été possible, car il aurait mis en évidence la complexité *grafique* qui se cache sous l'idée simple, exprimée par ces mots : je fais tourner tel point, tèle droite, tel plan, autour de tel axe, etc.

Par exemple, dans la *construction XVI*, la métode de Monge a donné : 73 opérations, dont 23 droites et 7 cercles ; la métode des changements de plans : 83 opérations, dont 24 droites et 11 cercles ; la métode des rotations : 108 opérations, dont 28 droites et 16 cercles.

SUITE DE LA DISCUSSION GÉNÉRALE DES PRINCIPES (*).

Il est bon de remarquer que les *simboles* adoptés par nous sont de pures conventions ; nous les avons choisis uniquement parce que, après étude, ils nous ont paru les plus simples et les plus naturels, mais le principe de la métode géométrografique reste le même lorsqu'un auteur veut modifier ces simboles, soit dans un cas spécial, soit parce qu'il en préfère d'autres en général ; précisément parce que le choix de ces simboles ne *s'impose* pas théoriquement, qu'il ne se justifie réèlement que lorsque l'on a pratiqué un peu la Géométrografie, il suit que l'opinion qui résulte d'une lecture, même assez atentive, peut être insufisante pour bien juger la métode, précisément, dis-je, à cause de cela, il doit ariver que les objections à ce choix peuvent se présenter tout d'abord et il n'est point surprenant que quelques changements de détail m'aient été proposés même par divers géomètres qui se sont intéressés de plus près à la question.

Je dois dire d'abord que ces changements, jusqu'ici, concernent presque tous des points qui avaient également été examinés par moi au moment de fixer les simboles que je voulais adopter, aussi je juge qu'il est utile de doner les principales raisons pour lesquèles je les ai rejetés.

M. J. S. Mackay (d'Édimbourg) et M. Bernès proposent de suprimer le simbole C_2 et de le confondre avec C_1. La chose a d'ailleurs peu d'importance *au point de vue pratique*, parce que ce simbole est assez rarement employé. Voici, en tous cas, les motifs mis en avant pour justifier le changement :

A. Il faut autant d'atention pour exécuter C_1 que C_2 et il n'y a aucun inconvénient à les confondre en un même simbole dans l'apréciation d'une construction, puisque c'est en some sur un point fixé d'avance par l'œil que se place la pointe du compas.

B. La supression de C_2 donc plus de simétrie à la formule du simbole, car on aurait ainsi : R_1, R_2, simboles relatifs à la droite ; C_1, C_2, simboles relatifs au cercle ; C_2 désignant l'opération que j'apèle C_3.

(*) Voir *Assoc. franç. Congrès de Pau*, 1892, ou : *la Géométrografie*. Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris.

Digitized by Google

Tout cela est exact, mais la Géométrografie étant spéculative, j'estime qu'il faut représenter, *autant que possible*, par des simboles diférents les opérations spéculativement diférentes; or, C_1 c'est mètre une pointe en un point *placé*, C_2 c'est mètre une pointe en un point *indéterminé* d'une ligne ; ils représentent donc deus choses spéculativement diférentes, et il est bon, *puisqu'il n'y a pas d'avantages sérieux* à les confondre, d'adopter un simbole particulier pour désigner chacune d'èles. L'aplication du même principe d'identité de l'opération spéculative, me fait compter $2C_2$ pour prendre avec le compas la longueur de la distance qui sépare deus points placés, car C_1 c'est, *spéculativement*, mètre une pointe en un point placé et je fais cela deus fois. Cependant l'opération *manuèle* de mètre la seconde pointe sur le second point quand la première est maintenue sur le premier est évidemment diférente de cèle que j'ai faite en plaçant la première pointe sur le premier point. J'ajoute que la raison de la simétrie des simboles me paraît secondaire, puisque les simboles adoptés sont très simples, très explicites et qu'ils ne servent que pour former le simbole final de l'opération, *résultat complet facile à interpréter*. La simétrie n'existerait, du reste, que pour la Géométrografie canonique de la règle et du compas et disparaîtrait dans les simboles que nous avons adoptés de la Géométrografie apliquée à la Géométrie descriptive. Pour la retrouver il faudrait adopter les simboles très diférents des miens que préfère M. Bernès *(voir plus loin)*.

Il a été proposé aussi par M. Mackay un très léger changement à ma manière de compter, dans un certain cas, les opérations relatives à la droite.

Suposons que j'aie à tracer deus ou plusieurs droites *passant par un même point*, par exemple, les droites AB, AC; je compte $2R_1 + R_2$ pour chacune d'èles, en tout $4R_1 + 2R_2$. Mais par analogie avec ce que nous avons adopté pour le compas, il semblerait que nous devrions compter $2R_1 + R_2$ pour la première droite et seulement $R_1 + R_2$ pour la seconde, puisque la règle passe déjà en A. L'analogie n'est qu'aparente ; car pour prendre avec le compas la longueur AB, quand nous métons la seconde pointe en B, la première reste éfectivement en A, tandis que, quand nous traçons AC après avoir tracé AB, la règle ne peut nulement rester en A, et nous traçons AC en *recomençant* simplement l'opération come si AB n'avait pas été déjà tracée.

Je vois bien que j'apuie mon raisonement dans le cas de la supression de C_2 sur ce que la Géométrografie est spéculative, et ici sur des motifs pratiques, mais la chose est toute naturèle, car si la Géométrografie est spéculative par essence, èle a aussi pour objet d'être utile à la pratique autant qu'èle le peut et, par cela, èle a deus faces; aussi, quand il n'y a pas d'*inconvénients*, l'on doit fixer les conventions sur lesquèles

Digitized by Google

èle repose, de façon à suivre au plus près possible le tracé réel, quitant ainsi le point de vue purement spéculatif.

M. Bernès qui m'a fait l'honeur de s'ocuper beaucoup de Géométrografie et qui, je le reconais avec plaisir, y est devenu certainement plus habile que moi, qui d'ailleurs m'a indiqué, pour mes publications y relatives, un grand nombre de simplifications, come le prouvent par exemple, la lecture du Mémoire de Besançon *(Compléments de Géométrografie)* et mes Mémoires de cette année; M. Bernès, ai-je dit, emploie une autre notation que moi pour exprimer les simboles des constructions; èle paraît tout d'abord plus simple et, sauf qu'elle confond C_1 et C_2 en un même simbole, ce que je n'admets pas, j'avais été tenté de l'aprouver sans autre réserve; mais je crois maintenant que les inconvénients qu'èle a, surpassent l'avantage d'une simplicité plus aparente que réèle. Cependant je dois à M. Bernès d'exposer sa notation et d'expliquer pourquoi je la repousse. M. Bernès nome γ, γ_1, γ_2, γ_3 ce que j'apèle C_3, $C_1 + C_3$, $2C_1 + C_3$, $3C_1 + C_3$, l'indice indiquant combien de fois l'une des pointes du compas doit être placée en un point doné (ou sur une ligne donée), et, pour la droite, il nome δ, δ_1, δ_2 ce que j'apèle R_2, $R_1 + R_2$, $2R_1 + R_2$.

En multipliant dans chaque terme du simbole le coefficient par l'indice et en ajoutant, on a le coefficient d'exactitude; en ajoutant au résultat la some des coefficients, on a le coefficient de simplicité. Le nombre des cercles tracés s'obtient en faisant la some des coefficients des γ; le nombre des droites en faisant la some des coefficients des δ. Ainsi, par exemple, une construction dont j'indiquerais le simbole par. . . . . op.: $(R_1 + R_2 + 8C_1 + 5C_3)$, serait pour M. Bernès: $\delta_1 + 2\gamma_1 + 3\gamma_2$; mais, quoique ne distinguant pas les C_1 des C_2, M. Bernès a ainsi 7 simboles, et je n'en ai que 5; de plus, il me paraît évident que ma notation parle davantage aux yeux, qu'èle est plus claire, plus courte en général, plus pratique, en some, puisqu'il n'y a pas besoin de multiplier des indices par des coefficients, pour avoir sa signification. Si le simbole était une notation avec laquèle on eût des opérations algébriques ultérieures à éfectuer, il y aurait grand avantage à l'avoir le plus condensé possible; mais ici rien de tel, le simbole doit être seulement un *tableau* qu'il faut lire d'un coup d'œil.

Pour l'aplication à la Géométrie descriptive, voici les simboles ajoutés par M. Bernès. Je done leur équivalent dans ma notation $\varepsilon = R_2$ (par exemple, tracer une paralèle quelconque à *lt*), $\varepsilon_1 = E + R_2$ (ligne de rapel tracée par un point) $\varepsilon_2 = 2R'_1 + R_2$ (paralèle quelconque à une droite), $\varepsilon_3 = 2R'_1 + E + R_2$ (paralèle à une droite par un point doné). Il est clair que la notation de M. Bernès est également fort logique, mais je répète que je la trouve plus compliquée que la miène; èle a plus de simboles diférents puisqu'èle en comprend 11, savoir:

Digitized by Google

γ, γ_1, γ_2, γ_3; δ, δ_1, δ_2; ϵ, ϵ_1, ϵ_2, ϵ_3 et la miène 7 seulement : R_1 R_2; C_1, C_2; C_3, R'_1, E; quand on arrive au simbole final, il est de la forme complexe :

$$m_1\gamma + m_2\gamma_1 + m_3\gamma_2 + m_4\gamma_3 + m_5\delta + m_6\delta_1 + m_7\delta_2 + m_8\epsilon + m_9\epsilon_1 + m_{10}\epsilon_2 + m_{11}\epsilon_3,$$

et, pour l'interpréter, il faut multiplier des coefficients par des indices et faire des somes, tandis que, avec la notation que j'ai adoptée, il est de la forme $m_1R_1 + m_2R_2 + m_3C_1 + m_4C_2 + m_5C_3 + m_6\,(2R'_1) + m_7E$, donc 4 simboles de moins avec lesquels il n'y a que des aditions à éfectuer. Au reste, voici une même opération *de la règle et du compas* exprimée dans les deus notations :

$$\text{Op.} : (98R_1 + 52R_2 + 162C_1 + 102C_3).$$
$$5\gamma + 45\gamma_1 + 39\gamma_2 + 13\gamma_3 + 2\delta + 2\delta_1 + 48\delta_2.$$

Il me semble clair que la seconde parle moins à l'œil, come je l'ai déjà dit, et l'on n'a qu'à exécuter les calculs *nécessaires* à son interprétation pour constater son désavantage. Cète complication est encore plus frapante dans la comparaison des deus simboles en admétant l'équerre. Quoi qu'il en soit, l'adoption de l'un ou l'autre simbole est, au fond, un détail. Je crois cependant que, pour la *facilité du développement* d'une chose aussi nouvèle que la Géométrografie, il y a grand avantage à garder l'unité des notations; il faudrait, pour qu'il y eût intérêt, à des modifications, que cèles qu'on propose de remplacer eussent un défaut *de principe* ou fussent d'une extrême complication, car alors c'est précisément à l'origine qu'il faudrait empêcher les pratiques mauvaises de devenir une habitude ; ce n'est pas le cas ici et l'important est de ne pas rebuter, par la confusion résultant de notations multiples, les géomètres qui seraient tentés de s'intéresser à cète nouvèle petite branche de la conaissance.

Je dois dire que M. Bernès insiste aussi sur l'extrême comodité qu'il voit à inscrire les opérations par sa notation, parce qu'èles indiquent, par un seul simbole, cèle que l'on exécute, au lieu de la décomposer come je le fais ; ainsi si l'on trace une droite passant par un point, ce n'est que δ_1 au lieu de $R_1 + R_2$; par deus points ce n'est que δ_2 au lieu de $2R_1 + R_2$, etc., etc., groupements qu'il retrouve dans le simbole final. Je n'y vois pas la même importance que lui, mais, je le répète, c'est, en tous cas, un détail pour la Géométrografie et, puisque j'ai défini ces simboles, chacun peut se servir de ceus qu'il préfère.

Je tiens aussi à dire ici combien je suis flaté de l'accueil qui est fait à la Géométrografie ; ainsi, par une lètre de M. Chomé, professeur à l'École militaire de Belgique, j'ai apris qu'il avait introduit les principes de la

Digitized by Google

Géométrografie dans son cours et, par une comunication que m'a faite M. Burali-Forti, son colègue à l'École militaire de Turin, que ce dernier s'occupe aussi de les exposer dans ses leçons ; M. Jung m'anonce qu'il en donera la notion à ses élèves de l'École politecnique de Milan. Enfin, D. André m'a dit également qu'il en parlait dans ses cours à Paris.

Dans tout ce que nous avons écrit sur le sujet qui m'ocupe ici, nous avons suposé que, lorsqu'un cercle est doné, son centre est marqué et par conséquent son rayon facile à prendre. C'est ce qui se présente le plus généralement, mais cependant il est bon d'examiner le cas où la chose ne serait pas ; et je le fais ici surtout parce que je veux citer, pour déterminer le rayon, une construction fort simple et peu conue, je crois.

Classiquement, on opère ainsi : On marque trois points *au hasard* sur la circonférence et l'on détermine le centre de la circonférence passant par ces trois points au moyen du simbole :

Op. : $(4R_1 + 2R_2 + 3C_2 + 3C_3)$; simplicité : 12 ; exactitude : 7 ; 2 droites, 3 cercles.

Mais je trouve dans un Mémoire de M. J. S. Mackay *(Proceedings of the Edinburgh mathematical Society*, vol. XII, Session 1893-1894, *The Geometrography of Euclid's Problems)*, une construction presque aussi simple pour placer le centre, et *beaucoup* plus simple pour trouver le rayon.

P étant un point quelconque de la circonférence *(fig. 7)*, je trace le cercle de rayon quelconque P(PA) qui la coupe en A et en B. . . . . op. : $(C_2 + C_3)$; je prends sur l'arc AB de P(PA) intérieurement à la circonférence donée, corde BC = corde BP . . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$; je trace AC qui coupe la circonférence donée en D. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$; le rayon cherché est marqué par la distance des points C et D (ou des points D et B). Il est obtenu par :

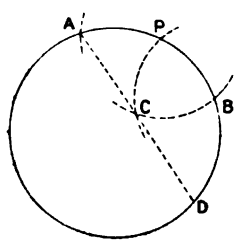


FIG. 7.

Op. : $(2R_1 + R_2 + 2C_1 + C_2 + 2C_3)$; simplicité : 8 ; exactitude : 5 ; 1 droite, 2 cercles.

Pour placer le centre, il sufit de tracer B(BD), D(BD) op. : $(3C_1 + 2C_2)$ qui est obtenu par :

Op. : $(2R_1 + R_2 + 5C_1 + C_2 + 4C_3)$; simplicité : 13 ; exactitude : 8 ; 1 droite, 4 cercles.

J'ai montré dans mes précédentes comunications que, pour les Géomètres modernes, l'emploi du mot *simplicité*, de l'expression construction *simple*, n'avaient jamais une signification *grafique*, et qu'il en était de même, à plus forte raison, pour les pures spéculations des Géomètres grecs. L'intéressant Mémoire de M. S. J. Mackay que je viens de citer

Digitized by Google

plus haut, sufirait, si l'on ne le savait d'ailleurs surabondament, à prouver que les Géomètres grecs n'exécutaient point de constructions géométriques, ne faisaient point d'épures de géométrie, en un mot ne construisaient pas et ne s'ocupaient par conséquent point de l'exécution avec la règle et le compas. Je ne conaissais pas le texte des *Éléments* d'Euclide qui forment, en Angleterre, la base de l'enseignement classique et c'est sur l'aplication de la métode géométrografique aus constructions indiquées dans ces *Eléments*, que roule exclusivement la comunication de M. Mackay. Or, j'y ai lu avec une très grande surprise que la construction suivante : *Par un point doné* A *tracer une ligne droite* AF *de longueur égale à celle d'une longueur donée* BC, exigeait, en suivant la métode d'Euclide, 19 opérations élémentaires, tandis qu'èle se faisait très naturèlement par le simbole. . . . . op. : $(R_1 + R_2 + 3C_1 + C_3)$ avec 6 opérations.

Je ne pouvais imaginer une métode grafiquement raisonable et qui me conduisit à 19 opérations ; aussi j'écrivis à M. Mackay qui voulut bien me détailler le procédé d'Euclide (et je l'ai lu depuis dans le texte du Géomètre grec) (*). Le voici *(fig. 8)* :

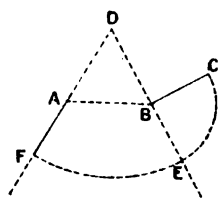


FIG. 8.

Je trace AB. . . . . op. : $(2R_1 + R_2)$; sur AB je construis le triangle équilatéral ABD. . . . . op. : $(4R_1 + 2R_2 + 3C_1 + 2C_3)$. Je trace le cercle B(BC) qui coupe DB en E. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$; puis je trace D(DE) qui coupe DA en F. . . . . op. : $(2C_1 + C_3)$; AF est la droite cherchée, obtenue par :

Op. $(6R_1 + 3R_2 + 7C_2 + 4C_3)$; simplicité : 20 ; exactitude : 13 ; 3 droites, 4 cercles.

M. Mackay trouvait 19 au lieu de 20, parce que, come je l'ai dit plus haut, il ne comptait que $3R_1 + 2R_2$ pour tracer les deux droites AD, BD qui ont un point comun D et que je compte $4R_1 + 2R_2$. Il est bien clair que si Euclide avait eu en vue un *tracé*, il n'aurait pas employé une métode compliquée come à plaisir. La suite des constructions d'Euclide acuse, du reste, le même désintéressement de toute idée de tracé, et il me paraît probable que dans les pays où les *Éléments* d'Euclide forment la base de l'enseignement de la Géométrie, on insiste auprès des élèves pour les bien pénétrer qu'il s'agit là d'une œuvre admirable de logique pure où il n'y a pas de règles à chercher pour les tracés, sans cela ils n'y pouraient voir que des chinoiseries inutiles.

(*) Les *Œuvres d'Euclide*, en grec, en latin et en français, par F. Peyrard, t. I, prop. II, p. 8.

Digitized by Google

M. H. DELANNOY

Sous-Intendant militaire en retraite, à Guéret.

SUR LES ARBRES GÉOMÉTRIQUES ET LEUR EMPLOI DANS LA THÉORIE DES COMBINAISONS CHIMIQUES [J 1 b]

— Séance du 10 août 1894 —

Dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, M. Friedel a posé, sous le n° 20, la question suivante :

« Étant données n boules garnies chacune de quatre crochets placés symétriquement, trouver le nombre des arrangements possibles des n boules accrochées les unes aux autres de façon à former un ensemble, chaque boule étant attachée *au moins* à une autre et pouvant en recevoir jusqu'à quatre.

» Le problème a été résolu par M. Cayley.

» Mais il serait intéressant pour les chimistes de savoir, d'abord, s'il existe une méthode générale simple de le résoudre autrement que par des constructions graphiques faites de proche en proche, et dans ce cas d'avoir cette méthode.

» Une note abrégée sur le travail de M. Cayley se trouve dans les *Berichte der deutschen Gesellschaft*, t. VIII, p. 1056 ; 1875. Un mathématicien rendrait service aux chimistes en publiant dans un journal de chimie une *sorte* de traduction du travail de M. Cayley ou au moins de la note des *Berichte* et la rendant aussi accessible que possible aux savants qui ne sont pas des mathématiciens proprement dits. »

Je n'ai pu me procurer le mémoire de Cayley ; je n'ai eu sous les yeux que la note des *Berichte*, dont je donne la traduction textuelle, me bornant à signaler, par des renvois, les inexactitudes qu'elle paraît présenter.

Les paraffines C^nH^{2n+2} contiennent n atomes de carbone qui sont liés les uns aux autres par $(n-1)$ points d'attache, ou bien, comme je l'ai dit dans une autre circonstance, nous avons dans ces paraffines n nœuds qui sont réunis,

Digitized by Google

sous l'apparence d'arbres, au moyen de $(n - 1)$ branches. Ainsi, nous avons, quand $n = 5$, les formes suivantes (*fig. 1*) :

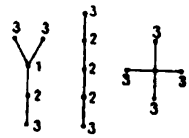


FIG. 1.

Si chaque atome de carbone est uni à autant d'atomes d'hydrogène qu'il peut en recevoir, nous trouvons alors, comme le montrent les nombres inscrits ci-dessus, que chaque forme contient 12 atomes d'hydrogène.

Le symbole d'arbres géométriques est complètement déterminé par les atomes de carbone seuls et la question de trouver le nombre des paraffines théoriquement possibles revient à trouver le nombre des arbres d'atomes de carbone qui contiennent n nœuds.

Considérée au point de vue mathématique, la question se présente d'une manière un peu différente, car un arbre de cette nature sort d'une racine unique et nous arrivons ainsi à neuf formes différentes, au lieu des trois indiquées ci-dessus, savoir (*fig. 2*) :

FIG. 2.

Le problème mathématique est le suivant : trouver le nombre d'arbres qui contiennent n nœuds et exclure ceux qui, au point de vue chimique, sont identiques avec un ou plusieurs autres. Pour y arriver, nous introduirons la notion d'arbres à centre unique, c'est-à-dire qui sortent d'une seule racine, et d'arbres à double centre, c'est-à-dire qui sortent de deux nœuds convenablement choisis et réunis entre eux. Si nous revenons maintenant au cas précédent, nous avons la figure 3 et nous trouvons trois formes comme en premier lieu.

Arbres à centre unique. FIG. 3. Arbre à deux centres.

La première de ces formes se compose de deux branches principales, de hauteur égale à 2 ; la seconde de quatre branches principales, de hauteur 1 ; et la troisième de trois branches, également de hauteur 1. Le problème chimique

Digitized by Google

se présente maintenant comme il suit : trouver le nombre des arbres à un et à deux centres qui contiennent n nœuds. Il faut entendre par centre unique un nœud d'où sortent deux ou plusieurs branches d'égale hauteur et qui sont plus hautes que toute autre branche (*), et entendre par double centre deux nœuds de chacun desquels sortent une ou plusieurs branches d'égale hauteur et plus grandes que toute autre branche.

Le nombre des arbres à deux centres dépend de celui des arbres à un centre et ce dernier, à son tour, du nombre des arbres-racines *(Wurzelbäume)*, dont la détermination constitue le problème mathématique fondamental.

En classant ces arbres (**) d'après le nombre des branches principales et d'après la hauteur de la plus longue branche (ou des plus longues), on trouve que la solution mathématique dépend de la manière dont on construit des arbres de hauteur donnée au moyen d'arbres de la hauteur immédiatement inférieure, et d'arbres dont la hauteur ne dépasse pas cette hauteur immédiatement inférieure, comme le montre la figure 4 (***), dans laquelle un arbre de hauteur 3 est

FIG. 4.

construit au moyen de deux arbres de hauteur 2 et d'un troisième arbre dont la hauteur n'est pas supérieure à 2.

On fait ainsi dépendre la solution du problème, pour une hauteur déterminée, des solutions qui se rapportent à des hauteurs moindres, et on obtient ainsi successivement, pour chaque hauteur, une fonction génératrice qui, pour les arbres de hauteur n, est :

$$tx^{n+1} + (t, t^2)x^{n+2} + (t, t^2, t^3)x^{n+3} + \ldots \quad (****)$$

(*) Ceci n'est pas exact. Il faut dire : qui sont *au moins aussi hautes* que toute autre branche, c'est-à-dire que les autres branches (s'il en existe) ne peuvent pas être plus longues que ces deux branches égales qui constituent la hauteur de l'arbre ; mais elles peuvent être aussi hautes.

(**) Il s'agit ici des arbres-racines ou *Wurzelbäume*.

(***) Cette figure est mal faite. Si l'on greffait les deux premiers arbres sur un nœud du troisième, on n'obtiendrait pas les arbres dans lesquels la hauteur de cette troisième branche égale celle des deux premières. La figure devrait être faite comme il est indiqué figure 4 suivant que la troisième branche a la hauteur 1 ou la hauteur 0.

FIG. 5.

(****) Cette formule ne donne pas le nombre des arbres-racines. Elle est l'expression algébrique de cette proposition évidente : Le nombre des arbres de hauteur n est égal au nombre des arbres à une branche de $(n+1)$ nœuds et de hauteur n ; plus les arbres à une et à deux branches, de $(n+2)$ nœuds, de hauteur n ; plus les arbres à une, deux et trois branches, de $(n+3)$, $(n+4)$ ... nœuds de hauteur n. Le dernier terme de la formule se rapporte aux arbres contenant $(3^n + 3^{n-1} + \ldots + 3^2 + 3^1 + 3^0)$ nœuds.

Digitized by Google

dans laquelle le coefficient numérique d'une expression quelconque $t^{\alpha}x^{n+\beta}$ représente le nombre des arbres-racines de hauteur n, α le nombre des branches principales, $n + \beta$ le nombre des nœuds.

La fonction ci-dessus conduit facilement à celles qui sont relatives aux arbres à un et à deux centres et, au moyen de ces dernières, nous trouvons, pour les paraffines contenant jusqu'à 13 atomes de carbone, les nombres suivants :

$n =$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A un centre.	1	0	1	1	2	2	6	9	20	37	86	183	419
A deux centres	0	1	0	1	1	3	3	9	15	38	73	174	380
TOTAL . . .	1	1	1	2	3	5	9	18	35	75	159	357	799

Nous devons faire remarquer ici que le nombre des arbres à un centre s'obtient de la manière suivante : par exemple, pour $n = 9$:

NOMBRE DES BRANCHES PRINCIPALES	HAUTEURS			TOTAUX
	2	3	4	
2	1	7	1	9
3	3	3	»	6
4	4	1	»	5
	8	11	1	20

Il résulte de là que, pour trois branches principales, de hauteur 2, on a trois arbres *(fig. 6)* :

FIG. 6.

Le nombre total est ainsi divisé en nombres plus petits et les arbres de chaque sous-division se construisent facilement sans que l'on puisse craindre qu'il se produise une omission ou une répétition.

Digitized by Google

La note des *Berichte*, malgré quelques inexactitudes, m'a donné une idée du procédé qu'avait pu employer Cayley. Il doit être analogue à la première méthode, dont je me suis servi pour résoudre le problème.

PREMIÈRE MÉTHODE

Les enchaînements de boules forment des arbres géométriques, que nous distinguerons en arbres à un centre et arbres à deux centres.

Ainsi que le dit Cayley, le nombre des arbres à deux centres dépend de celui des arbres à un centre et ce dernier dépend, à son tour, de celui des *arbres-racines* ou *tiges* (*) qui servent à former les arbres à un centre.

Les tiges. — Une *tige* peut avoir une, deux ou trois branches. Elle ne peut pas en avoir quatre ; en effet, elle est destinée à être greffée sur un nœud pour former un arbre à un centre. La branche de jonction formerait donc une cinquième branche et il y aurait un nœud d'où partiraient cinq branches, ce qui est impossible puisque les boules n'ont que quatre crochets. (Un atome de carbone, corps tétratomique, ne peut s'unir qu'à quatre autres *au plus*.)

Une *tige* de hauteur h a une branche de hauteur h ; la hauteur de ses autres branches (s'il en existe) peut varier de 1 à h.

Les tiges à une branche et à n nœuds, de hauteur h, s'obtiennent en greffant sur un nœud les *tiges* à une, deux ou trois branches et à $(n-1)$ nœuds, de hauteur $(h-1)$. Le nombre des *tiges* à une branche de hauteur h et à $(n-1)$ nœuds est donc égal à la somme de toutes les *tiges* à une, deux ou trois branches et à $(n-1)$ nœuds, de hauteur $(h-1)$.

On a, par suite :

$$_1t_n^h = T_{n-1}^{h-1}$$

en désignant par $_\alpha t_n^h$ le nombre des *tiges* à α branches et à n nœuds, de hauteur h, et par T_n^h la somme des nombres de *tiges* à une, deux ou trois branches et à n nœuds, de hauteur h.

Les *tiges* à deux branches et à n nœuds, de hauteur h, s'obtiennent en prenant:

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à p nœuds, dont la hauteur varie de 0 à $h-1$,

(*) La note des *Berichte* appelle *Wurzelbäume* ces arbres-racines. Nous les désignerons, dans tout ce qui va suivre, sous le nom de *tiges*, pour éviter toute confusion avec les arbres à un ou à deux centres.

Digitized by Google

Et une *tige* à une, deux ou trois branches et à $n - (p + 1)$ nœuds, de hauteur $h - 1$;

Puis en greffant ces deux tiges sur un nœud.

On a donc : $${}_2t_n^h = \sum T_p^f \cdot T_{n-(p+1)}^{h-1}.$$

p variant de 1 à $n - (h + 1)$ et f de 0 à $h - 1$.

Les *tiges* à trois branches et à n nœuds, de hauteur h, s'obtiennent en prenant :

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à p nœuds, dont la hauteur varie de 0 à $h - 1$,

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à q nœuds, dont la hauteur varie aussi de 0 à $h - 1$,

Et une *tige* à une, deux ou trois branches et à $n - (p + q + 1)$ nœuds, de hauteur $h - 1$,

Et en greffant ces trois *tiges* sur un même nœud.

On a donc : $${}_3t_n^h = \sum T_p^f \cdot T_q^g \cdot T_{n-(p+q+1)}^{h-1}$$

p variant de 1 à $E\left(\frac{n-(h+1)}{2}\right)$, c'est-à-dire de 1 à entier de $\frac{n-(h+1)}{2}$;
q variant de p à $n - (1 + h + p)$;
f et g variant de 0 à $h - 1$.

Nota. — Dans l'application de ces formules, il y a lieu de remarquer que :

1° Pour éviter les répétitions, on doit négliger les termes dans lesquels, l'indice supérieur d'un facteur étant égal à $(h - 1)$, l'indice inférieur est plus grand que celui d'un des facteurs suivants qui a également $(h - 1)$ pour indice supérieur ;

2° Quand, dans un terme, γ facteurs sont égaux à T_s^k, on remplace leur produit par le nombre des combinaisons *complètes* de T_s^k objets pris γ à γ, c'est-à-dire par $\frac{T_s^k(T_s^k+1)(T_s^k+2)\ldots(T_s^k+\gamma-1)}{1.2.3\ldots\gamma}$.

Ces deux remarques s'appliquent également aux formules que nous donnerons plus loin pour les arbres à un centre.

Au moyen des formules précédentes on forme le tableau des *tiges* jusqu'à la valeur de n que l'on veut. Le tableau ci-après donne le nombre des *tiges* jusqu'à $n = 9$.

Digitized by Google

I. — Tableau des Tiges

N	Hauteur 0	Hauteur 1			Hauteur 2			Hauteur 3			Hauteur 4			Hauteur 5			Hauteur 6			Hauteur 7			Hauteur 8		
		1 br.	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
2	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
3	»	»	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
4	»	»	»	1	1	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5	»	»	»	»	1	2	1	2	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6	»	»	»	»	»	2	2	4	3	1	3	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
7	»	»	»	»	»	2	3	4	8	3	8	4	1	4	1	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»
8	»	»	»	»	»	1	3	5	13	9	15	13	4	13	5	1	5	1	»	1	»	»	»	»	»
9	»	»	»	»	»	1	3	4	22	17	27	33	14	32	19	5	19	6	1	6	1	»	1	»	»

Digitized by Google

Afin de bien faire comprendre le mode de formation de ce tableau, indiquons le détail des opérations effectuées pour obtenir, par exemple, le nombre des *tiges* à trois branches et à neuf nœuds, de hauteur 3.

La formule générale donnera :

$$ {}_3t_9^3 = T_p^f \cdot T_q^g \cdot T_{9-(p+q+1)}^2 $$

p variant de 1 à $E\left[\frac{9-(3+1)}{2}\right]$, c'est-à-dire de 1 à 2 ;

q variant de p à $n-(1+h+p)$, c'est-à-dire de p à $9-(1+2+p)$;
f et g variant de 0 à 2.

On fera d'abord $p=1$ avec $q=1$, puis 2, puis 3, puis 4 ; ensuite $p=2$ avec $q=2$, puis 3, et on aura ainsi :

$$ {}_3t_9^3 = T_1^0T_1^0T_6^2 + T_1^0T_2^1T_5^2 + T_1^0T_3^1T_4^2 + T_1^0T_3^2T_4^2 + T_1^0T_4^1T_3^2 \\ + T_2^1T_2^1T_4^2 + T_2^1T_3^1T_3^2 + T_2^1T_3^2T_3^2. $$

Remplaçant les T par leur valeur prise dans les premières lignes du tableau 1, en se rappelant que T_6^2 représente la somme des *tiges* à une, deux ou trois branches et à six nœuds de hauteur 2, il vient :

$$ {}_3t_9^3 = 1.1.4 + 1.1.4 + 1.1.2 + 1.1.2 + 1.1.2 + 1.1.2 + 1.1.1 \\ + 1\frac{1(1+1)}{1.2} = 17. $$

Les arbres a un centre. — Les arbres à un centre ont deux, trois ou quatre branches.

Les arbres à un centre de hauteur h ont deux branches de hauteur h ; la hauteur des autres branches (s'il en existe) peut varier de 1 à h.

Les arbres à un centre de hauteur h, à deux branches contenant ensemble n nœuds, s'obtiennent en greffant sur un même nœud :

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à p nœuds, de hauteur $h-1$,

Et une tige à une, deux ou trois branches et à $n-(p+1)$ nœuds, de hauteur $h-1$.

On a donc, en désignant par ${}_\alpha a_n^h$ le nombre des arbres à un centre, de hauteur h, à α branches contenant n nœuds :

$$ {}_2a_n^h = \sum T_p^{h-1} \cdot T_{n-(p+1)}^{h-1} $$

p variant de h à $E\left[\frac{n-1}{2}\right]$.

Les arbres à un centre de hauteur h, à trois branches contenant n nœuds, s'obtiennent en greffant sur un centre unique :

Digitized by Google

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à p nœuds, dont la hauteur varie de 0 à $h-1$;

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à q nœuds, de hauteur $h-1$;

Et une *tige* à une, deux ou trois branches et à $n-(p+q+1)$ nœuds, de hauteur $h-1$.

On a:

$$ {}_3a_n^h = \sum T_p^f \cdot T_q^{h-1} \cdot T_{n-(p+q+1)}^{h-1} $$

p variant de 1 à $n-(2h+1)$; q variant de h à $E\left[\frac{n-(p+1)}{2}\right]$; f variant de 0 à $h-1$.

Les arbres à un centre de hauteur h, à quatre branches contenant ensemble n nœuds (y compris le centre unique) s'obtiennent en greffant sur un même nœud:

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à p nœuds, dont la hauteur varie de 0 à $h-1$;

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à q nœuds, dont la hauteur varie également de 0 à $h-1$;

Une *tige* à une, deux ou trois branches et à r nœuds, de hauteur $h-1$,

Et une *tige* à une, deux ou trois branches et à $n-(p+q+v+1)$ nœuds, de hauteur $h-1$.

On a:

$$ {}_4a_n^h = \sum T_p^f \cdot T_q^g \cdot T_r^{h-1} \cdot T_{n-(p+q+r+1)}^{h-1}. $$

p variant de 1 à $E\left[\frac{n-(2h+1)}{2}\right]$; q variant de p à $n-(2h+1+p)$; r variant de h à $E\left[\frac{n-(p+q+1)}{2}\right]$; f et g variant de 0 à $h-1$.

Veut-on, par exemple, calculer ${}_4a_{11}^3$, la formule précédente donnera:

$$ \begin{aligned} {}_4a_{11}^3 = {} & T_1^0T_1^0T_3^2T_3^2 + T_1^0T_1^0T_4^2T_4^2 + T_1^0T_2^1T_3^2T_4^2 + T_1^0T_3^1T_3^2T_3^2 \\ & + T_1^0T_3^2T_3^2T_3^2 + T_2^1T_2^1T_3^2T_3^2. \end{aligned} $$

En remplaçant les T par leurs valeurs prises dans le tableau I et en tenant compte des remarques qui suivent les formules relatives aux *tiges*, il vient:

$$ \begin{aligned} {}_4a_{11}^3 = {} & 1.1.1,4 + 1.1.\frac{2(2+1)}{1.2} + 1.1.1.2 + 1.1.\frac{1(1+1)}{1.2} \\ & + 1.\frac{1(1+1)(1+2)}{1.2.3} + 1.1.\frac{1(1+1)}{1.2} = 12. \end{aligned} $$

Au moyen de ces formules nous construisons le tableau II, qui donne les arbres à un centre jusqu'à $n = 13$.

Digitized by Google

II. — Tableau des arbres a un centre.

N	Hauteur 0	Hauteur 1			Hauteur 2			Hauteur 3			Hauteur 4			Hauteur 5			Hauteur 6			Totaux
		2 br.	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	
1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0
3	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
4	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1
5	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2
6	»	»	»	»	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	2
7	»	»	»	»	2	2	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	6
8	»	»	»	»	1	3	2	2	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	9
9	»	»	»	»	1	3	4	7	3	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	20
10	»	»	»	»	»	3	4	12	11	3	3	1	»	»	»	»	»	»	»	37
11	»	»	»	»	»	2	5	23	24	12	14	4	1	1	»	»	»	»	»	86
12	»	»	»	»	»	1	4	30	51	28	39	19	4	4	1	»	»	»	»	181
13	»	»	»	»	»	1	4	42	88	66	108	63	20	23	5	1	1	»	»	422
14	»	»	»	»	»	»	»	47	»	»	244	»	»	84	»	»	5	»	»	»

Digitized by Google

Nous y avons ajouté les arbres à deux branches de quatorze nœuds, qui sont nécessaires pour obtenir le nombre des arbres à deux centres de treize nœuds.

Les arbres a deux centres. — Dans les arbres bicentriques, il sort de chaque centre une, deux ou trois branches.

Les arbres à deux centres de hauteur h ont, pour chaque centre, une branche de hauteur h ; la hauteur des autres branches (s'il en existe) peut varier de 1 à h.

En désignant par b_n^h le nombre des arbres bicentriques à n nœuds, de hauteur h, on a :

$$b_n^h = {}_2a_{n+1}^{h+1}.$$

En effet, si l'on prend l'un quelconque des arbres à un centre, de hauteur $(h+1)$, et à deux branches contenant $(n+1)$ nœuds *(fig. 7)*,

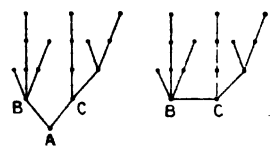


Fig. 7.

on peut le remplacer par un arbre bicentrique, de hauteur h, en supprimant le nœud A et réunissant les nœuds B et C.

On trouve dans le tableau II tous les éléments nécessaires pour former le tableau des arbres à deux centres.

III. — Tableau des arbres a deux centres.

N	Hauteurs							Totaux
	0	1	2	3	4	5	6	
1	»	»	»	»	»	»	»	0
2	1	»	»	»	»	»	»	1
3	»	»	»	»	»	»	»	0
4	»	»	1	»	»	»	»	1
5	»	»	1	»	»	»	»	1
6	»	»	2	1	»	»	»	3
7	»	»	1	2	»	»	»	3
8	»	»	1	7	1	»	»	9
9	»	»	»	12	3	»	»	15
10	»	»	»	23	14	1	»	38
11	»	»	»	30	39	4	»	73
12	»	»	»	42	108	23	1	174
13	»	»	»	47	244	84	5	380

Digitized by Google

En réunissant les totaux des tableaux II et III, nous obtenons le total des arbres à un et à deux centres, c'est-à-dire le nombre des enchaînements de boules pour les valeurs de $n = 1$ à $n = 13$, savoir :

IV. — TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ARBRES A UN ET A DEUX CENTRES.

NOMBRE DE NŒUDS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Arbres à un centre. . .	1	0	1	1	2	2	6	9	20	37	86	181	422
Arbres à deux centres. .	0	1	0	1	1	3	3	9	15	38	73	174	380
TOTAUX	1	1	1	2	3	5	9	18	35	75	159	355	802

Il existe une légère différence entre nos résultats et ceux de Cayley qui, d'après les *Berichte*, a trouvé 183 arbres à un centre de douze nœuds et 419 de treize nœuds. L'autorité de Cayley est si grande qu'il nous en coûte d'avoir à signaler ces différences ; mais nous avons recommencé plusieurs fois les calculs et toujours nous avons trouvé 181 et 422, au lieu de 183 et 419.

Les nombres d'arbres à deux centres étant exacts, ceux des arbres à un centre à deux branches le sont également. Par suite la différence porte sur les arbres à trois ou quatre branches.

Pour permettre au lecteur de vérifier par lui-même l'exactitude de nos calculs, nous donnons le détail des opérations pour les arbres de douze nœuds.

$$ {}_3a^2_{12} = T^1_3T^1_4T^1_4 = 1; $$

$$ {}_4a^2_{12} = T^0_1T^1_2T^1_4T^1_4 + T^0_1T^1_3T^1_3T^1_4 + T^1_2T^1_2T^1_3T^1_4 + T^1_2T^1_3T^1_3T^1_3 $$
$$ = 1 + 1 + 1 + 1 = 4; $$

$$ {}_2a^3_{12} = T^2_3T^2_8 + T^2_4T^2_7 + T^2_5T^2_6 = 4 + 10 + 16 = 30; $$

$$ {}_3a^3_{12} = T^0_1T^2_3T^2_7 + T^0_1T^2_4T^2_6 + T^0_1T^2_5T^2_5 + T^1_2T^2_3T^2_6 + T^1_2T^2_4T^2_5 + T^1_3T^2_3T^2_5 $$
$$ + T^2_3T^2_3T^2_5 + T^1_3T^2_4T^2_4 + T^2_3T^2_3T^2_4 + T^1_4T^2_3T^2_3 $$
$$ = 5 + 8 + 10 + 4 + 8 + 4 + 4 + \frac{2.3}{1.2} + \frac{2.3}{1.2} + 2 = 51; $$

$$ {}_4a^3_{12} = T^0_1T^0_1T^2_3T^2_6 + T^0_1T^0_1T^2_4T^2_5 + T^0_1T^1_2T^2_3T^2_5 + T^0_1T^1_2T^2_4T^2_4 + T^0_1T^1_3T^2_3T^2_4 $$
$$ + T^0_1T^2_3T^2_3T^2_4 + T^0_1T^1_4T^2_3T^2_3 + T^1_2T^1_2T^2_3T^2_4 + T^1_2T^1_3T^2_3T^2_3 + T^1_2T^2_3T^2_3T^2_3 $$
$$ = 4 + 8 + 4 + \frac{2.3}{1.2} + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + 1 = 28; $$

Digitized by Google

$$_2a^4_{12} = T^3_4T^3_7 + T^3_5T^3_6 = 15 + 24 = 39;$$

$$_3a^4_{12} = T^0_1T^3_4T^3_6 + T^0_1T^3_5T^3_5 + T^1_2T^3_4T^3_5 + T^1_3T^3_4T^3_4 + T^2_3T^3_4T^3_4$$

$$= \quad + \frac{3.4}{1.2} + 3 + 1 + 1 = 19;$$

$$_4a^4_{12} = T^0_1T^0_1T^3_4T^3_5 + T^0_1T^1_2T^3_4T^3_4 = 3 + 1 = 4;$$

$$_2a^5_{12} = T^4_5T^4_6 = 4;$$

$$_3a^5_{12} = T^0_1T^4_5T^4_5 = 1.$$

La récapitulation de tous ces a_{12} nous donne bien 181.

La méthode que nous avons employée permet d'obtenir les arbres sans construction graphique; mais elle ne les donne que de proche en proche, c'est à dire que, pour trouver le nombre d'arbres à n nœuds, de hauteur h, il faut avoir obtenu toutes les *tiges* de hauteur moindre et d'un nombre de nœuds moindre.

Pour satisfaire au *desideratum* exprimé par M. Friedel, nous avons cherché une autre méthode fournissant directement le nombre d'enchaînements des n boules.

Voici celle que nous avons trouvée :

SECONDE MÉTHODE

Désignons par b_α une boule qui a α crochets d'engagés. Les boules accrochées deux à deux forment une chaîne, dont chaque extrémité est terminée par une boule b_1.

Si l'on accroche une boule au troisième crochet de l'une des boules de la chaîne, on commence ainsi une chaîne auxiliaire qui se terminera par une boule b_1. Si au quatrième crochet on accroche une autre boule, on commence une seconde chaîne auxiliaire, qui se terminera également par une boule b_1.

En désignant par B_α la somme des boules b_α, on aura donc :

$$(1) \qquad B_1 = 2 + B_3 + 2B_4.$$

Comme on a, d'autre part :

$$(2) \qquad B_1 + B_2 + B_3 + B_4 = n,$$

la combinaison des équations (1) et (2) donne :

$$3B_4 + 2B_3 + B_2 = n - 2.$$

Cette équation indéterminée est toujours très facile à résoudre. On connaîtra ainsi le nombre des boules b_1, b_2, b_3, b_4 entrant dans chaque

Digitized by Google

chaîne. En permutant ces boules, dans l'intérieur de la chaîne, de toutes les manières possibles, en ayant soin d'éviter les répétitions, on aura le nombre de manières dont les n boules peuvent s'accrocher les unes aux autres.

Par exemple, pour $n = 8$, l'équation :

$$3B_4 + 2B_3 + B_2 = 6$$

donne les valeurs de B_2, B_3, B_4 ; en les portant dans l'équation (2) on obtient B_1. Nous indiquons ces valeurs dans le tableau ci-après :

	B_4	B_3	B_2	B_1
1°	0	0	6	2
2°	0	1	4	3
3°	0	2	2	4
4°	0	3	0	5
5°	1	0	3	4
6°	1	1	1	5
7°	2	0	0	6

On peut donc former sept chaînes différentes.

Reste à trouver le nombre de permutations des boules dans chaque chaîne. Pour simplifier l'écriture, représentons les boules b_2, b_3, b_4 par leurs indices et négligeons les boules b_1, de telle sorte que la chaîne *(fig. 8)* sera représentée par la formule $224_2^{2^2}3^3 22$.

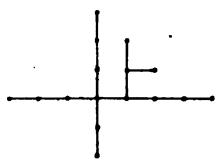


FIG. 8.

La première chaîne donne une seule solution : 222222.

La seconde en donne quatre : 32222, 23222, 22322 et $23^2 22$.

La troisième chaîne donne cinq solutions : 3322, 3232, 3223, 2332 et $33^2 2$.

La quatrième ne donne qu'une seule solution : 333.

La cinquième en donne trois : 4222, 2422 et $24^2 2$.

La sixième, également trois : 432, 324, 243.

Digitized by Google

La septième, une seule : 44.

Donc, en tout : 18 solutions.

Quand une chaîne se bifurque à ses extrémités, il faut commencer par la branche la plus longue ou, en cas d'égalité de longueur, par la branche dont la première boule a le plus fort indice (c'est l'inverse pour l'extrémité finale).

Ainsi on n'écrira pas $34^{2}23^{3}22$,

Mais bien $224^{3}23^{2}32$.

Ceci est indispensable pour éviter les répétitions.

Nous avons appliqué cette méthode jusqu'à la valeur de $n = 13$ et nous avons trouvé identiquement les nombres inscrits, sous la dénomination : total, dans le tableau IV. Nous sommes donc en droit de regarder comme exacts ces nombres obtenus par deux méthodes absolument différentes l'une de l'autre.

Il serait, sinon impossible, du moins bien difficile de trouver une formule générale donnant le nombre des enchaînements des n boules pour une valeur quelconque de n. Le problème en question est un cas particulier du problème — non résolu — des *Partitions*, cas particulier peut-être plus difficile que le cas général par suite de la présence des chaînes auxiliaires.

On peut cependant donner une formule qui fournit le nombre C des enchaînements de boules, pour les premières valeurs de n.

Dans le cas de n pair et égal à $2p$, on a

$$C = 1 + (p-1) + (p-2)(p-1) + \frac{p-3}{3}(2p^2 + 3p - 20) + \frac{p-4}{6}(2p^3 + 62p^2 - 537p + 1053) - (2p-9)^2.$$

Pour $n = 2p + 1$, on a :

$$C = 1 + 2(p-1) + (p-2)(3p-5) + \frac{p-3}{3}(14p^2 - 66p + 82) + \frac{p-4}{6}(18p^3 - 42p^2 - 471p + 1491) - 2\left[(2p-9)^2 + 1\right]$$

Dans ces formules il faut remplacer par zéro les facteurs qui deviennent négatifs par suite de la valeur donnée à n ; on ne doit donc pas faire de réductions de termes.

De plus, ces formules, malgré leur complication, ne sont exactes que jusqu'à $n = 11$. Pour des valeurs supérieures de n, il faudrait ajouter de nouveaux termes, la valeur de C étant représentée par un polynome de degré $p - 1$ (*).

(*) Un extrait de cette communication a paru dans le n° 5 de l'*Intermédiaire des Mathématiciens* et dans le *Bulletin de la Société chimique de Paris* (3e série, t. XI, p. 239-248).

Digitized by Google

M. George CANTOR

Professeur à l'Université de Halle.

VÉRIFICATION JUSQU'A 1000 DU THÉORÈME EMPIRIQUE DE GOLDBACH [I 9 c]

— Séance du 10 août 1894 —

Il y a environ dix ans, j'ai fait calculer pour tous les nombres pairs de 2 à 1000, une table qui contient toutes les partitions de ces nombres en deux nombres premiers.

On arrive par l'examen de cette table, donnant aussi le nombre des décompositions, à la conviction que non seulement la proposition est exacte, mais encore que le nombre des décompositions de 2 N croît indéfiniment avec N (sauf les oscillations qui se produisent toujours dans les fonctions relatives à la théorie des nombres).

TABLEAU DES DÉCOMPOSITIONS DES NOMBRES PAIRS 2 N, DE 2 A 1000, EN SOMMES DE DEUX NOMBRES PREMIERS

(Si $2N = x + y$, avec $x < y$, le tableau donne x, le plus petit des deux nombres premiers).
(La dernière colonne indique le nombre n des décompositions.)

$2N$	x	n	$2N$	x	n
2	1.	1	20	1, 3, 7.	3
4	1, 2.	2	22	3, 5, 11.	3
6	1, 3.	2	24	1, 5, 7, 11.	4
8	1, 3.	2	26	3, 7, 13.	3
10	3, 5.	2	28	5, 11.	2
12	1, 5.	2	30	1, 7, 11, 13.	4
14	1, 3, 7.	3	32	1, 3, 13.	3
16	3, 5.	2	34	3, 5, 11, 17.	4
18	1, 5, 7.	3	36	5, 7, 13, 17.	4

Digitized by Google

2 N	x	n
38	1, 7, 19.	3
40	3, 11, 17.	3
42	1, 5, 11, 13, 19.	5
44	1, 3, 7, 13.	4
46	3, 5, 17, 23.	4
48	1, 5, 7, 11, 17, 19.	6
50	3, 7, 13, 19.	4
52	5, 11, 23.	3
54	1, 7, 11, 13, 17, 23.	6
56	3, 13, 19.	3
58	5, 11, 17, 29.	4
60	1, 7, 13, 17, 19, 23, 29.	7
62	1, 3, 19, 31.	4
64	3, 5, 11, 17, 23.	5
66	5, 7, 13, 19, 23, 29.	6
68	1, 7, 31.	3
70	3, 11, 17, 23, 29.	5
72	1, 5, 11, 13, 19, 29, 31.	7
74	1, 3, 7, 13, 31, 37.	6
76	3, 5, 17, 23, 29.	5
78	5, 7, 11, 17, 19, 31, 37.	7
80	1, 7, 13, 19, 37.	5
82	3, 11, 23, 29, 41.	5
84	1, 5, 11, 13, 17, 23, 31, 37, 41.	9
86	3, 7, 13, 19, 43.	5
88	5, 17, 29, 41.	4
90	1, 7, 11, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 43.	10
92	3, 13, 19, 31.	4
94	5, 11, 23, 41, 47.	5
96	7, 13, 17, 23, 29, 37, 43.	7
98	1, 19, 31, 37.	4
100	3, 11, 17, 29, 41, 47.	6
102	1, 5, 13, 19, 23, 29, 31, 41, 43.	9
104	1, 3, 7, 31, 37, 43.	6
106	3, 5, 17, 23, 47, 53.	9
108	1, 5, 7, 11, 19, 29, 37, 41, 47.	9
110	1, 3, 7, 13, 31, 37, 43.	7
112	3, 5, 11, 23, 29, 41, 53.	7
114	1, 5, 7, 11, 13, 17, 31, 41, 43, 47, 53.	11
116	3, 7, 13, 19, 37, 43.	6
118	5, 11, 18, 29, 47, 59.	6
120	7, 11, 13, 17, 19, 23, 31, 37, 41, 47, 53, 59.	12
122	13, 19, 43, 61.	4
124	11, 17, 23, 41, 53.	5
126	13, 17, 19, 23. 29, 37, 43, 47, 53, 59.	10
128	1, 19, 31, 61.	4
130	3, 17, 23, 29, 41, 47, 59.	7
132	1, 5, 19, 23, 29, 31, 43, 53, 59, 61.	10
134	3, 7, 31, 37, 61, 67.	6
136	5, 23, 29, 47, 53.	5
138	1, 7, 11, 29, 31, 37, 41, 59, 67.	9
140	1, 3, 13, 31, 37, 43, 61, 67.	8
142	3, 5. 11, 29, 41, 53, 59, 71.	8
144	5, 7, 13, 17, 31, 37, 41, 43, 47, 61, 71.	11
146	7, 19, 37, 43, 67, 73.	6
148	11, 17, 41, 47, 59.	5
150	1, 11, 13, 19, 23, 37, 41, 43, 47, 53, 61, 67, 71.	13
152	1, 3, 13, 43, 73.	5
154	3, 5, 17, 23, 41, 47, 53, 71.	8
156	5, 7, 17, 19, 29, 43, 47, 53, 59, 67, 73.	11
158	1, 7, 19, 31, 61, 73, 79.	7
160	3, 11, 23, 29, 47, 53, 59, 71.	8
162	5, 11, 13, 23, 31, 53, 59, 61, 73, 79.	10
164	1, 7, 13, 37, 61, 67.	6
166	3, 17, 29, 53, 59, 83.	6
168	1, 5, 11, 17, 19, 29, 31, 37, 41, 59, 61, 67, 71, 79.	14
170	3, 7, 13, 19, 31, 43, 61, 67, 73.	9
172	5, 23, 41, 59, 71, 83.	6
174	1, 7, 11, 17, 23, 37, 43, 47, 61, 67, 71, 73.	12
176	3, 13, 19. 37, 67, 73, 79.	7
178	5, 11, 29, 41, 47, 71, 89.	7
180	1, 7, 13, 17, 23, 29, 31, 41, 43, 53, 67, 71, 73, 79, 83.	15
182	1, 3, 19, 31, 43, 73, 79.	7

Digitized by Google

2 N	x	n
184	3, 5, 11, 17, 47, 53, 71, 83.	8
186	5, 7, 13, 19, 23, 29, 37, 47, 59, 73, 79, 83, 89.	13
188	7, 31, 37, 61, 79.	5
190	11, 17, 23, 41, 53, 59, 83, 89.	8
192	1, 11, 13, 19, 29, 41, 43, 53, 61, 79, 83, 89.	12
194	1, 3, 13, 31, 37, 43, 67, 97.	8
196	3, 5, 17, 23, 29, 47, 59, 86, 89.	9
198	1, 5, 7, 17, 19, 31, 41, 47, 59, 61, 67, 71, 89, 97.	14
200	1, 3, 7, 19, 37, 43, 61, 73, 97.	9
202	3, 5, 11, 23, 29, 53, 71, 89, 101.	9
204	5, 7, 11, 13, 23, 31, 37, 41, 47, 53, 67, 73, 97, 101.	14
206	7, 13, 43, 67, 79, 97, 103.	7
208	11, 17, 29, 41, 59, 71, 101.	7
210	11, 13, 17, 19, 29, 31, 37, 43, 47, 53. 59, 61, 71, 73, 79, 83, 97, 101, 103.	19
212	1, 13, 19, 31, 61, 73, 103.	7
214	3, 17, 23, 41, 47, 83, 101, 107.	8
216	5, 17, 19, 23, 37, 43, 53, 59, 67, 79, 89, 103, 107.	13
218	7, 19, 37, 61, 67, 79, 109.	7
220	23, 29, 41, 47, 53, 71, 83, 89, 107.	9
222	11, 23, 29, 31, 41, 43, 59, 71, 73, 83, 109.	11
224	1, 13, 31, 43, 61, 67, 73, 97.	8
226	3, 29, 47, 53, 59, 89, 113.	7
228	1, 5, 17, 29, 31, 37, 47, 61, 71, 79, 89, 97, 107.	13
230	1, 3, 7, 19, 31, 37, 67, 73, 79, 103.	10
232	3, 5, 41, 53, 59, 83, 101.	7
234	1, 5. 7, 11. 23. 37, 41, 43, 53, 61, 67, 71, 83, 97, 103, 107.	16
236	3, 7, 13, 37, 43, 73, 79, 97, 109.	9
238	5, 11, 41, 47, 59, 71, 89, 101, 107.	9
240	1, 7, 11, 13, 17, 29, 41, 43, 47, 59, 61, 67, 73, 83, 89, 101, 103, 109, 113.	19
242	1, 3, 13, 19, 31, 43, 61, 79, 103.	9
244	3, 5, 11, 17, 47, 53, 71, 107, 113.	9
246	5, 7, 13, 17, 19, 23, 47, 53, 67, 73. 79, 83, 89, 97, 107, 109.	16
248	7, 19, 37, 67, 97, 109.	6
250	11, 17, 23, 53, 59, 71, 83, 101, 113.	9
252	1, 11, 13. 19, 23, 29, 41, 53, 59, 61, 71, 73, 79, 89, 101, 103, 113.	17
254	3, 13, 31. 43. 61, 73, 97, 103, 127.	9
256	5, 17, 23, 29, 59, 83, 89, 107.	8
258	1, 7, 17, 19, 29, 31, 47, 59, 61, 67, 79, 101, 107, 109, 127.	15
260	3. 19, 31, 37, 61, 67, 79, 97, 103, 109.	10
262	5, 11, 23, 29, 71, 83, 89, 113, 131.	9
264	1, 7, 13, 23, 31, 37, 41, 53, 67. 71, 73, 83, 97, 101, 107, 113, 127.	17
266	3. 37, 43, 67, 73, 103, 109, 127.	8
268	5, 11, 17, 29, 41, 71, 89, 101, 131.	9

Digitized by Google

2 N	x	n
270	1, 7, 13, 19, 29, 31, 37, 41, 43, 47, 59, 71, 73, 79, 89, 97, 103, 107, 113, 131.	20
272	1, 3, 31, 43, 61, 73, 79, 109.	8
274	3, 5, 11, 17, 23, 41, 47, 83, 101, 107, 137.	11
276	5, 7, 13, 19, 37, 43, 47, 53, 79, 83, 97, 103, 109, 113, 127, 137.	16
278	1, 7, 37, 67, 79, 97, 127, 139.	8
280	3, 11, 17, 23, 29, 41, 47, 53, 83, 89, 101, 107, 113, 131.	14
282	1, 5, 11, 13, 19, 31, 41, 43, 53, 59, 71, 83, 89, 101, 103, 109, 131.	17
284	1, 3, 7, 13, 43, 61, 73, 103, 127.	9
286	3, 5, 17, 23, 29, 47, 53, 59, 89, 107, 113, 137.	12
288	5, 7, 11, 17, 19, 31, 37, 47, 59, 61, 89, 97, 107, 109, 131, 137, 139.	17
290	7, 13, 19, 61, 67, 79, 97, 109, 127, 139.	10
292	11, 23, 29, 41, 53, 59, 101, 113.	8
294	1, 11, 13, 17, 23, 31, 37, 43, 53, 61, 67, 71, 83, 97, 101, 103, 113, 127, 131, 137.	20
296	3, 13, 19, 67, 73, 97, 103, 139.	8
298	5, 17, 29, 41, 47, 59, 71, 101, 107, 131, 149.	11
300	7, 17, 19, 23, 29, 31, 37, 43, 59, 61, 67, 71, 73, 89, 101, 103, 107, 109, 127, 137, 149.	21
302	19, 31, 61, 73, 79, 103, 109, 139, 151.	9
304	11, 23, 41, 47, 53, 71, 107, 113, 131, 137.	10
306	13, 23, 29, 37, 43, 67, 73, 79, 83, 107, 109, 113, 127, 139, 149.	15
308	1, 31, 37, 67, 79, 97, 109, 127, 151.	9
310	3, 17, 29, 41, 47, 53, 59, 71, 83, 113, 131, 137.	12
312	1, 5, 19, 29, 31, 41, 43, 61, 71, 73, 79, 83, 89, 101, 113, 131, 139, 149.	18
314	1, 3, 7, 31, 37, 43, 73, 103, 151, 157.	10
316	3, 5, 23, 47, 53, 59, 83, 89, 137, 149.	10
318	1, 5, 7, 11, 37, 41, 48, 61, 67, 79, 89, 107, 127, 137, 139, 151.	16
320	3, 7, 13, 37, 43, 79, 97, 109, 127, 139, 157.	11
322	5, 11, 29, 41, 53, 59, 71, 83, 89, 131, 149.	11
324	7, 11, 13, 17, 31, 41, 43, 47, 53, 61, 67, 73, 83, 97, 101, 113, 127, 131, 151, 157.	20
326	13, 19, 43, 97, 103, 127, 163.	7
328	11, 17, 47, 59, 71, 89, 101, 131, 137, 149.	10
330	13, 17, 19, 23, 37, 47, 53, 59, 61, 67, 73, 79, 89, 97, 101, 103, 107, 131, 137, 139, 149, 151, 157, 163.	24
332	1, 19, 61, 103, 109, 139, 151.	7
334	3, 17, 23, 41, 53, 71, 83, 101, 107, 137, 167.	11
336	5, 19, 23, 29, 43, 53, 59, 67, 73, 79, 97, 103, 107, 109, 113, 137, 139, 157, 163.	19
338	1, 7, 31, 61, 67, 97, 109, 127, 139, 157.	10
340	3, 23, 29, 47, 59, 47, 59, 71, 83, 89, 101, 107, 113, 149, 167.	15

Digitized by Google

2 N	x	n
342	5, 11, 29, 31, 59, 61, 71, 73, 79, 101, 103, 109, 113, 131, 149, 151, 163.	17
344	7, 13, 31, 37, 61, 67, 73, 103, 151, 163.	10
346	29, 53, 83, 89, 107, 113, 149, 167, 173.	9
348	1, 11, 17, 31, 37, 41, 67, 71, 79, 97, 107, 109, 137, 149, 151, 157, 167.	17
350	1, 3, 13, 19, 37, 43, 67, 73, 79, 109, 127, 139, 151, 157.	14

2 N	x	n
352	3, 5, 41, 59, 71, 83, 89, 101, 113, 173.	10
354	1, 5, 7, 17, 23, 37, 41, 43, 47, 61, 71, 73, 83, 97, 103, 113, 127, 131, 157, 163, 173.	21
356	3, 7, 19, 43, 73, 79, 127, 157, 163.	9
358	5, 4, 41, 47, 89, 101, 107, 131, 167, 179.	10
360	1, 7, 11, 13, 23, 29, 43, 47, 53, 67, 79, 83, 89, 97, 103, 109, 127, 131, 137, 149, 163, 167, 179.	23
362	3, 13. 31, 79, 139, 151, 163, 181.	8
364	5, 11, 17, 47, 53, 71, 83, 101, 107, 113, 131, 137, 167, 173.	14
366	7, 13, 17, 19, 29, 53, 59, 73, 83, 89, 97, 103, 109, 127, 137, 139, 167, 173.	18
368	1, 19, 31, 37, 61, 97, 127, 139, 157.	9
370	3, 11, 17, 23, 53, 59, 89, 101, 107, 113, 131, 137, 173, 179.	14
372	5, 13, 19, 23, 41, 59, 61, 79, 89, 101, 103, 109, 131, 139, 149, 173, 179, 181.	18
374	1, 7, 37, 43, 61, 67, 97, 103, 151, 163, 181.	11
376	3, 17, 23, 29, 59, 83, 107, 113, 137, 149, 179.	11
378	5, 11, 19, 29, 31, 41, 47, 61, 67, 71, 97, 101, 107, 109, 127, 137, 139, 141, 151, 167, 179, 181.	22
380	1, 7, 13, 31, 43, 67, 73, 97, 103, 109, 139, 151, 157 181.	14
382	3, 23, 29, 71, 89, 101, 113, 131, 149, 191.	10
384	1, 5, 11, 17, 31, 37, 47, 53, 67, 71, 73, 101, 103, 107, 113, 127, 151, 157, 173, 191.	20
386	3, 7, 13, 19, 37, 73, 79, 103, 109, 157, 163, 193.	12
388	5, 29, 41, 71, 107, 131, 137, 149, 191.	9
390	1, 7, 11, 17, 23, 31, 37, 41, 43, 53, 59, 73, 79, 83, 97, 107, 109, 113, 127, 139, 149, 151, 157, 163, 167, 179, 191, 193.	28
392	3, 13, 19, 43, 61, 79, 109, 151, 163, 181, 193.	11
394	5, 11, 41, 47, 83, 101, 113, 131, 137, 167, 197.	11
396	7, 13, 17, 23, 29, 37, 43, 47, 59, 79, 83, 89, 103, 113, 127, 139, 157, 163, 167, 173, 197.	21
398	1, 19, 31, 61, 67, 127, 157, 199.	8
400	3, 11, 17, 41, 47, 53, 83, 89, 107, 131, 137, 149, 167, 173.	14
402	1, 5, 13, 19, 23, 29, 43, 53, 71, 89, 109, 131, 139, 151, 163, 173, 179, 191.	18
404	3, 7, 31, 37, 67, 73, 97, 127, 163, 181, 193.	11
406	5, 17, 23, 47, 53, 59, 89, 113, 137, 149, 167, 173, 179.	13

Digitized by Google

2 N	x	n
408	7, 11, 19, 29, 41, 59, 61, 71, 97, 101, 127, 131, 137, 139, 151, 157, 167, 179, 181, 197.	**20**
410	1, 13, 31, 37, 43, 61, 73, 79, 97, 103, 127, 139, 181, 191.	**14**
412	3, 11, 23, 29, 53, 59, 101, 131, 149, 173, 179.	**11**
414	5, 13, 17, 31, 41, 47, 61, 67, 83, 97, 101, 103, 107, 131, 137, 151, 157, 163, 173, 181, 191.	**21**
416	7, 19, 37, 43, 67, 79, 103, 109, 139, 193.	**10**
418	17, 29, 59, 71, 101, 107, 137, 149, 167, 179, 191.	**11**
420	1, 11, 19, 23, 31, 37, 41, 47, 53, 61, 67, 71, 73, 83, 89, 103, 107, 109, 113, 127, 137, 139, 149, 151, 157, 163, 179, 181, 191, 193, 197.	**31**
422	1, 3, 13, 43, 73, 109, 139, 151, 181, 193, 199, 211.	**12**
424	3, 5, 23, 41, 71, 107, 113, 131, 167, 173, 191, 197.	**12**
426	5, 7, 17, 29, 37, 43, 47, 53, 59, 67, 73, 79, 89, 109, 113, 149, 157, 163, 193, 197, 199.	**21**
428	7, 19, 31, 61, 79, 97, 151, 157, 199.	**9**
430	11, 29, 41, 47, 71, 83, 113, 137, 149, 167, 173, 179, 191, 197.	**14**
432	1, 11, 13, 23, 31, 43, 53, 59, 73, 79, 83, 101, 139, 149, 151, 163, 181, 191, 193, 199.	**20**
434	1, 3, 13, 37, 61, 67, 97, 103, 127, 151, 157, 163, 193, 211.	**14**
436	3, 5, 17, 47, 53, 83, 89, 167, 173, 179, 197.	**11**
438	5, 7, 17, 19, 29, 37, 41, 59, 71, 79, 89, 101, 107, 127, 131, 157, 167, 181, 197, 199, 211.	**21**
440	1, 7, 19, 31, 43, 61, 67, 73, 103, 109, 127, 157, 163, 199, 211.	**15**
442	3, 11, 23, 41, 53, 59, 83, 89, 131, 149, 173, 179, 191.	**13**
444	1, 5, 11, 13, 23, 43, 47, 61, 71, 97, 107, 113, 127, 131, 137, 151, 163, 167, 173, 181, 193, 211.	**22**
446	3, 7, 13, 37, 67, 73, 79, 97, 109, 139, 163, 223.	**12**
448	5, 17, 29, 47, 59, 89, 101, 131, 137, 167, 179, 191, 197.	**13**
450	1, 7, 11, 17, 19, 29, 31, 41, 53, 61, 67, 71, 83, 97, 101, 103, 113, 137, 139, 157, 167, 173, 179, 181, 193, 199, 211, 223.	**28**
452	3, 13, 19, 31, 43, 73, 79, 103, 139, 181, 211, 223.	**12**
454	5, 11, 23, 53, 71, 101, 107, 137, 173, 191, 197, 227.	**12**
456	7, 13, 17, 23, 37, 47, 59, 67, 73, 83, 89, 97, 103, 107, 109, 139, 149, 163, 173, 179, 193, 199, 223, 227.	**24**
458	1, 19, 37, 61, 79, 109, 127, 151, 181, 229.	**10**
460	3, 11, 17, 29, 41, 59, 71, 101, 107, 113, 149, 167, 179, 191, 197, 227.	**16**
462	1, 5, 13, 19, 23, 29, 31, 41, 43, 53, 61, 73, 79, 83, 89, 103, 109, 113, 131, 149, 151, 179, 181, 191, 193, 199, 211, 223, 229.	**29**
464	1, 3, 7, 31, 43, 67, 97, 127, 151, 157, 181, 193, 223.	**13**
466	3, 5, 17, 23, 47, 83, 107, 113, 149, 173, 197, 227, 233.	**13**
468	1, 5, 7, 11, 19, 29, 37, 47, 59, 67, 71, 79, 89, 101, 109, 131, 137, 151, 157, 191, 197, 199, 211, 227, 229.	**25**
470	3, 7, 13, 31, 37, 61, 73, 97, 103, 139, 157, 163, 193, 199, 229.	**15**
472	5, 11, 23, 29, 41, 53, 71, 83, 89, 113, 179, 191, 233.	**13**
474	7, 11, 13, 17, 31, 41, 43, 53, 73, 101, 107, 127, 137, 157, 163, 167, 181, 191, 193, 197, 211, 223, 233.	**23**
476	13, 19, 37, 43, 67, 79, 97, 103, 109, 127, 139, 163, 193, 199.	**14**
478	11, 17, 29, 47, 59, 89, 131, 167, 197, 227, 239.	**11**

Digitized by Google

2 N	x	n
480	1, 13, 17, 19, 23, 31, 31, 37, 41, 47, 59, 61, 71, 79, 83, 97, 101, 107, 113, 127, 131, 149, 163, 167, 173, 197, 199, 211, 223, 229, 239.	30
482	3, 19. 43, 61, 73, 103, 109, 151, 199, 211, 241.	11
484	5, 17, 23, 41, 53, 83, 101, 131, 137, 167, 173, 191, 227, 233.	14
486	7, 19, 23, 29, 37, 43, 47, 53, 67, 89, 97, 103, 107, 113, 127, 137, 139, 149, 173, 179, 193, 223, 229.	23
488	1, 31, 67, 79, 109, 139, 151, 157, 181, 211.	10
490	3, 11, 23, 29, 41, 47, 59, 71, 89, 101, 107, 131, 137, 173, 179, 197, 227, 233, 239.	19
492	1, 5, 13, 29, 31, 43, 53, 59, 61, 71, 73, 83, 103, 109, 113, 131, 179, 181, 191, 211, 223, 229, 241.	23
494	3, 7, 32, 37, 61. 73, 97, 127, 157, 163, 181, 211, 223.	13
496	5, 17, 29, 47, 53, 107, 113, 137, 149, 179, 227, 233, 239.	13
498	7, 11, 19, 31, 37, 41, 59, 67, 79, 89, 97, 101, 109, 131, 139, 149, 151, 167, 181, 191, 227, 229, 241.	23
500	1, 13, 37, 43, 61, 67, 79, 103, 127, 151, 163, 193, 223, 229.	14
502	3, 11, 23, 41, 53, 59, 71, 83, 101, 113, 149, 191, 233, 239, 251.	15
504	1, 5, 13, 17, 37, 41, 43, 47, 61, 71, 73, 83, 103, 107, 131, 137, 151, 157, 167, 173, 191, 193, 197, 211, 223, 227, 233, 241.	28
506	3, 7, 19, 43, 67, 73, 97, 109, 127. 139, 157, 193, 199, 223, 229.	15
508	5, 17, 29, 41, 47, 59, 89, 107, 149, 191, 197, 227. 239, 251.	14
510	1, 7, 11, 19, 23, 31, 43, 47, 53, 61, 67, 71, 79, 89, 101, 109, 113, 127, 131, 137, 151, 157, 163, 173, 179, 193, 197, 191, 227, 229, 233, 239, 241.	33
512	3, 13, 73, 79, 103, 139, 163, 181, 191, 229, 241.	11
514	5, 11, 23, 47, 53, 71, 83, 113, 131, 167, 197, 233, 251, 257.	14
516	7, 13, 17, 29, 37, 53, 59, 67, 73, 83, 97, 107, 127, 137, 149, 157, 163, 167, 179, 199, 223, 233, 239.	23
518	19, 31, 61, 79, 97, 109, 139, 151, 181, 211, 241.	11
520	11, 17, 29, 41, 53, 59, 71, 89, 101, 131, 137, 167, 173, 227, 239, 251, 257.	17
522	1, 13, 19, 23, 31, 43, 59, 61, 73, 79, 83, 89, 101, 103, 113, 139, 149, 163, 173, 191, 211, 229, 239, 241, 251.	25
524	1, 3, 37, 61, 67, 103, 127, 151, 157, 193, 211, 241.	12
526	3, 5, 17, 23, 47, 59, 83, 107, 137, 167, 173, 179, 233, 257, 263.	15
528	5, 7, 19, 29, 37, 41, 61, 67. 71, 79, 89, 97, 109, 127, 131, 139, 149, 179, 181, 191, 197, 218, 251, 257.	25
530	7, 31, 43, 67, 73, 97, 109, 151, 157, 163, 181, 193, 199, 223.	14
532	11, 23, 29, 41, 53, 71, 83, 89, 101, 113, 131, 149, 173, 179, 239, 251, 263.	17
534	11, 13, 31, 43, 47, 67, 71, 73, 101, 103, 113, 137, 151, 167, 181, 197, 223, 227, 241, 251, 257, 263.	22
536	13, 37, 73, 79, 97, 103, 127, 139, 157, 163, 199, 223, 229.	13
538	17, 29, 47, 59, 71, 89, 107, 139, 149, 179, 191, 227, 257, 269.	14
540	17, 19, 31, 37, 41, 53, 61, 73, 79, 83, 97, 101, 107, 109, 131, 139, 151, 157, 167, 173, 181, 191, 193, 223, 227, 229, 233, 257, 263, 269.	30

Digitized by Google

2 N	x	n
542	1, 19, 43, 79, 103, 109, 163, 193, 211, 229, 271.	11
544	3, 23, 41, 53, 83, 101, 113, 191, 197, 227, 233, 251, 263.	13
546	5, 23, 37, 43, 47, 59, 67, 79, 83, 89, 97, 103, 107, 113, 127, 137, 149, 157, 163, 167, 173, 179, 193, 197, 199, 229, 233, 239, 263, 269.	30
548	1, 7, 61, 109, 127, 139, 151, 181, 191, 211, 241, 271.	12
550	3, 29, 41, 47, 59, 71, 83, 89, 101, 107, 131, 149, 167, 191, 197, 233, 239, 257, 269.	19
552	5, 11, 29, 31, 43, 53, 61, 73, 89, 103, 109, 113, 131, 151, 163, 173, 179, 193, 199, 239, 241, 269, 271.	23
554	7, 13, 31, 67, 97, 157, 181, 223, 241, 271, 277.	11
556	47, 53, 89, 107, 113, 137, 167, 173, 197, 239, 263.	11
558	1, 11, 17, 37, 59, 67, 71, 79, 97, 101, 109, 127, 137, 139, 149, 157, 179, 191, 199, 211, 227, 241, 251, 277.	24
560	3, 13, 19, 37, 61, 73, 97, 103, 127, 139, 151, 163, 181, 193, 211, 223, 229, 277.	18
562	5, 41, 53, 59, 71, 83, 101, 113, 131, 173, 179, 251, 269, 281.	14
564	1, 7, 17, 23, 41, 43, 61, 73, 97, 101, 103, 107, 131, 163, 167, 181, 191, 197, 211, 227, 233, 251, 257, 271, 281.	25
566	3, 19, 43, 67, 79, 103, 109, 127, 157, 193, 199, 229, 283.	13
568	5, 11, 47, 59, 89, 101, 107, 137, 149, 167, 179, 251, 257.	13
570	1, 7, 13, 23, 29, 47, 61, 67, 71, 79, 83, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 139, 149, 151, 173, 181, 191, 197, 211, 223, 233, 239, 257, 263, 277.	32
572	1, 3, 31, 73, 109, 139, 151, 163, 193, 199, 223, 241.	12
574	3, 5, 11, 17, 53, 71, 83, 107, 113, 131, 173, 191, 227, 257, 263, 281.	16
576	5, 7, 13, 19, 29, 53, 67, 73, 89, 97, 109, 113, 127, 137, 157, 167, 179, 193, 197, 223, 227, 229, 239, 263, 269, 283.	26
578	1, 7, 31, 37, 79, 139, 157, 181, 199, 211, 229, 241, 271.	13
580	3, 11, 17, 23, 59, 71, 89, 101, 113, 131, 137, 149, 179, 191, 197, 227, 233, 263, 269.	19
582	5, 11, 13, 19, 41, 59, 61, 73, 79, 83, 103, 139, 149, 151, 163, 173, 181, 193, 199, 223, 229, 233, 251, 269, 271.	25
584	7, 13, 37, 43, 61, 97, 127, 151, 163, 211, 271, 277.	12
586	17, 23, 29, 83, 107, 137, 167, 197, 227, 233, 239, 269, 293.	13
588	1, 11, 17, 19, 31, 41, 47, 67, 79, 89, 97, 101, 109, 127, 131, 139, 149, 157, 167, 179, 191, 199, 219, 239, 241, 251, 257, 271, 277, 281.	30
590	3, 13, 19, 43, 67, 103, 127, 151, 157, 181, 193, 211, 223, 241, 277, 283.	16
592	5, 23, 29, 71, 83, 89, 101, 113, 131, 149, 173, 191, 233, 239, 281.	15
594	1, 7, 17, 23, 31, 37, 47, 53, 71, 73, 103, 107, 127, 131, 137, 151, 163, 173, 193, 197, 211, 227, 241, 257, 263, 277, 281, 283.	28
596	3, 19, 73, 97, 109, 139, 157, 163, 199, 223, 229, 283.	12
598	5, 11, 29, 41, 89, 107, 131, 137, 149, 167, 179, 197, 239, 251, 281.	15
600	1, 7, 13, 23, 29, 31, 37, 43, 53, 59, 79, 97, 101, 109, 113, 137, 139, 151, 157, 167, 179, 181, 191, 199, 211, 227, 233, 241, 251, 243, 269, 283, 293.	33

Digitized by Google

2 N	x	n
602	1, 3, 31, 61, 79, 103, 139, 163, 181, 193, 223, 229, 271.	**13**
604	3, 5, 11, 17, 41, 47, 83, 101, 113, 137, 173, 251, 257, 293.	**14**
606	5, 7, 13, 19, 29, 37, 43, 59, 83, 97, 103, 107, 127, 139, 149, 157, 163, 167, 173, 197, 223, 227, 233, 239, 257, 269, 293.	**27**
608	1, 7, 31, 37, 61, 67, 109, 151, 199, 211, 229, 241, 271, 279.	**14**
610	3, 11, 17, 23, 41, 47, 53, 89, 101, 107, 131, 149, 167, 179, 191, 227, 251, 257, 263, 293.	**20**
612	5, 11, 13, 19, 41, 43, 71, 89, 103, 109, 113, 149, 151, 163, 173, 179, 181, 191, 193, 211, 223, 229, 233, 239, 263, 281.	**26**
614	1, 7, 13, 37, 43, 67, 73, 127, 151, 157, 181, 193, 241, 277, 283, 307.	**16**
616	3, 17, 23, 29, 47, 53, 59, 107, 113, 137, 149, 167, 173, 197, 227, 233, 257, 263, 269.	**19**
618	1, 5, 11, 17, 19, 31, 41, 47, 61, 71, 97, 109, 127, 131, 139, 151, 157, 179, 197, 199, 229, 239, 251, 269, 271, 281, 307.	**27**
620	1, 3, 7, 13, 19, 43, 73, 79, 97, 157, 163, 181, 199, 211, 223, 241, 271, 283, 307.	**19**
622	3, 5, 23, 29, 53, 59, 101, 113, 131, 173, 179, 191, 233, 239, 263, 269, 311.	**17**
624	5, 7, 11, 17, 23, 31, 37, 47, 53, 61, 67, 83, 101, 103, 137, 157, 163, 167, 181, 191, 193, 223, 227, 241, 251, 257, 271, 277, 293, 307, 311.	**31**
626	7, 13, 19, 79, 103, 127, 139, 163, 193, 229, 277, 313.	**12**
628	11, 29, 41, 59, 71, 107, 137, 149, 167, 179, 197, 227, 239, 269, 281, 311.	**16**
630	11, 13, 17, 23, 29, 31, 37, 43, 53, 59, 61, 67, 73, 83, 89, 107, 109, 127, 131, 139, 151, 163, 167, 173, 181, 191, 197, 199, 211, 229, 233, 241, 251, 257, 263, 271, 277, 281, 283, 293, 313.	**41**
632	1, 13, 19, 31, 61, 109, 193, 199, 211, 223, 283.	**11**
634	3, 17, 41, 47, 71, 113, 131, 167, 173, 191, 233, 251, 281, 317.	**14**
636	5, 17, 19, 23, 29, 37, 43, 59, 67, 73, 79, 89, 113, 127, 137, 149, 157, 173, 179, 193, 197, 227, 239, 257, 263, 269, 277, 283.	**28**
638	7, 19, 31, 37, 61, 67, 97, 139, 151, 181, 199, 229, 241, 271, 307.	**15**
640	23, 41, 47, 53, 71, 83, 131, 137, 149, 173, 179, 191, 297, 239, 251, 257, 281, 293.	**18**
642	1, 11, 23, 29, 41, 43, 71, 73, 79, 101, 139, 151, 163, 179, 181, 193, 199, 211, 223, 233, 241, 263, 269, 283, 293, 311.	**26**
644	1, 3, 13, 31, 37, 43, 67, 73, 97, 103, 157, 181, 211, 223, 271, 277, 307, 313.	**18**
646	3, 5, 29, 47, 53, 59, 83, 89, 137, 167, 179, 197, 227, 257, 263, 293.	**16**
648	1, 5. 7, 17, 29, 31, 41, 47, 61, 71, 79, 101, 107, 127, 139, 149, 157, 181, 191, 199, 227, 229, 239, 251, 269, 281, 311, 317.	**28**
650	3, 7, 19, 31, 37, 43, 73, 79, 103, 109, 127, 151, 163, 193, 211, 229, 241, 271, 277, 283, 313.	**21**
652	5, 11, 53, 59, 83, 89, 131, 149, 173, 191, 233, 251, 263, 269, 293.	**15**

Digitized by Google

2 N	x	n
654	1, 7, 11, 13, 23, 37, 41, 47, 53, 61, 67, 83, 97, 107, 113, 131, 151, 163, 167, 191, 193, 197, 211, 223, 233, 237, 271, 281, 307, 317.	**30**
656	3, 13, 37, 43, 79, 109, 157, 193, 199, 223, 277, 283, 307.	**13**
658	5, 11, 17, 41, 59, 71, 89, 101, 137, 149, 167, 179, 191, 197, 227, 239, 257, 269, 311.	**19**
660	1, 7, 13, 17, 19, 29, 41, 43, 47, 53, 59, 61, 67, 73, 83, 89, 97, 103, 113, 137, 139, 151, 157, 173, 181, 193, 197, 199, 211, 227, 229, 239, 241, 251, 263, 271, 277, 281, 293, 307, 311, 313.	**42**
662	1, 3, 19. 31, 43, 61, 139, 163, 199, 223, 229, 241, 283, 313, 331.	**15**
664	3, 5, 11, 17, 23, 47, 71, 101, 107, 173, 197, 233, 263, 281, 311, 317.	**16**
666	5, 7, 13, 19, 23, 47, 53, 59, 67, 73, 79, 89, 97, 103, 109, 157, 163, 167, 179, 199, 223, 227, 233, 257, 269, 277, 283, 293, 307, 313, 317.	**31**
668	7, 37, 61, 67, 97, 127, 181, 211, 229, 271, 331.	**11**
670	11, 17, 23, 29, 53, 71. 83, 101, 107. 113, 149, 167, 179, 191. 227, 239, 251, 269, 281, 311, 317.	**21**
672	11, 13, 19, 29, 31, 41, 53, 59, 71, 73, 79, 101, 103, 109, 131. 149, 151, 163, 173, 181, 193, 211, 223, 229, 233, 239, 241, 251, 263, 271, 283, 293, 313.	**33**
674	1, 13, 31, 41, 63, 67, 73, 97, 103, 127, 131, 211, 241, 277, 307, 337.	**16**
676	3, 17, 23, 29, 59, 83, 89, 107, 113, 167, 173, 197, 227, 233, 257, 293, 317.	**17**
678	1, 5, 7, 19, 31, 37, 47, 59, 67, 71, 79, 101, 107, 109, 131, 137, 157, 179, 191, 199, 211, 229, 239, 257, 269, 277, 281, 311, 331.	**29**
680	3, 7, 19, 37, 61, 67, 73, 79, 103, 109, 139, 157, 181, 193, 223, 241, 271, 283, 307, 313, 331.	**21**
682	5, 23, 29, 41, 83, 89, 113, 173, 179, 191, 233, 239, 251, 263, 283, 292.	**16**
684	1, 7, 11. 23, 31, 37, 41, 43, 53, 67, 71, 83, 97, 107, 113, 127, 137, 163, 181, 193, 197, 223, 227, 241, 251, 263, 283, 311, 317, 331, 337.	**31**
686	3, 13, 43, 67, 73, 79, 109, 139, 163, 199, 223, 229, 277, 307, 313, 337.	**16**
688	5, 11, 29, 41, 47, 71, 89, 101, 131, 167, 179, 197, 227, 239, 257, 269.	**16**
690	7, 13, 17; 29, 31, 37, 43, 47, 59, 71, 73, 83, 89, 97, 103, 113, 127, 149, 167, 181, 191, 199, 211, 223, 227, 229, 233, 241, 251, 257, 269, 271, 281, 293, 307, 311, 317, 331, 337.	**39**
692	1, 19, 31, 61, 73, 79, 131, 193, 229, 271, 283, 313.	**12**
694	3, 11, 17, 41, 47, 53, 101, 107, 131, 137, 173, 191, 227, 233, 251, 263, 293, 311, 347.	**19**
696	5, 13, 19, 23, 37, 43, 53, 79, 83, 89, 97, 103, 109, 127, 139, 149, 173, 193, 197, 229, 233, 239, 257, 263, 277, 307, 313, 317, 337, 347.	**30**

Digitized by Google

2 N	x	n
698	7, 37, 67, 79, 97, 127, 151, 157, 199, 211, 241, 277, 331, 349.	**14**
700	17, 23, 41, 47, 53, 59, 83, 101, 107, 113, 131, 137, 179, 191, 197, 233, 239, 251, 257, 269, 281, 311, 317, 347.	**24**
702	1, 11, 19, 29, 41, 43, 59, 61, 71, 83, 89, 101, 103, 109, 131, 139, 179, 181, 193, 199, 211, 223, 239, 241, 263, 269, 271, 281, 283, 293, 313, 349.	**32**
704	3, 13, 37, 43, 61, 73, 97, 103, 127, 157, 163, 181, 241, 271, 283, 307, 331, 337.	**18**
706	5, 23, 29, 47, 53, 59, 89, 107, 113, 137, 149, 197, 227, 239, 257, 263, 317, 347, 353.	**19**
708	7, 17, 31, 47, 61, 67, 89, 101, 107, 109, 131, 137, 139, 151, 167, 199, 229, 241, 251, 269, 277, 307, 311, 343.	**24**
710	1, 19, 37, 67, 79, 97, 103, 109, 139, 167, 211, 223, 271, 277, 313, 331, 337.	**17**
712	3, 11, 29, 53, 59, 71, 113, 149, 191, 233, 251, 263, 269, 281, 293, 311, 353.	**17**
714	5, 13, 23, 31, 37, 41, 53, 61, 67, 71, 73, 83, 97, 101, 107, 113, 127, 137, 151, 157, 167, 173, 191, 193, 211, 223, 227, 251, 257, 271, 281, 283, 293, 313, 317, 331, 347.	**37**
716	7, 43, 73, 97, 103, 109, 139, 193, 229, 277, 283, 307, 337, 349.	**14**
718	17, 41, 59, 71, 101, 131, 149, 197, 227, 239, 251, 257, 269, 317, 359.	**15**
720	1, 11, 19, 29, 37, 43, 47, 59, 61, 67, 73, 79, 89, 101, 103, 107, 113, 127, 149, 151, 157, 163, 173, 179, 197, 199, 211, 229, 233, 241, 257, 263, 271, 277, 281, 311, 331, 337, 347, 353.	**40**
722	3, 13, 31, 61, 79, 103, 109, 151, 181, 199, 223, 283, 313, 349.	**14**
724	5, 23, 41, 47, 71, 83, 107, 131, 137, 167, 233, 257, 263, 281, 293.	**15**
726	7, 17, 43, 53, 67, 73, 79, 89, 107, 109, 113, 127, 139, 149, 157, 163, 179, 223, 227, 239, 263, 269, 277, 283, 293, 307, 317, 337, 347, 353, 359.	**31**
728	1, 19, 37, 67, 97, 109, 127, 151, 157, 181, 229, 241, 271, 307, 331, 349.	**16**
730	3, 11, 29, 47, 53, 71, 83, 89, 113, 131, 137, 167, 173, 227, 239, 251, 263, 269, 281, 311, 347.	**21**
732	5, 13, 23, 31, 41, 59, 71, 73, 79, 89, 101, 113, 131, 139, 163, 191, 211, 223, 229, 233, 241, 269, 271, 283, 293, 311, 313, 331, 349, 353, 359.	**31**
734	1, 7, 43, 61, 73, 103, 127, 157, 163, 193, 211, 271, 277, 313, 337, 367.	**16**
736	3, 17, 53, 59, 83, 89, 137, 149, 167, 173, 179, 227, 233, 257, 269, 293, 317, 347, 353.	**19**
738	5, 11, 19, 29, 37, 47, 61, 79, 97, 107, 131, 137, 139, 151, 167, 181, 191, 197, 229, 239, 251, 271, 277, 281, 307, 317, 337, 349, 359.	**29**
740	1, 7, 13, 31, 67, 79, 97, 109, 127, 139, 163, 193, 199, 241, 277, 283, 307, 331, 367.	**19**
742	3, 23, 41, 59, 83, 89, 101, 149, 173, 179, 233, 239, 251, 263, 281, 293, 311, 353, 359.	**19**

Digitized by Google

2 N	x	n
744	1, 5, 11, 17, 43, 53, 61, 67, 71, 83, 97, 101, 103, 113, 127, 131, 137, 151, 157, 167, 173, 181, 197, 223, 241, 257, 277, 281, 283, 311, 313, 347.	**32**
746	3, 7, 13, 19, 37, 73, 103, 127, 139, 199, 223, 283, 307, 312, 337, 349, 367, 373.	**18**
748	5, 29, 47, 71, 89, 101, 107, 131, 149, 179, 191, 227, 239, 257, 269, 281, 317, 347, 359.	**19**
750	7, 11, 17, 23, 31, 41, 59, 67, 73, 89, 97, 103, 107, 109, 131, 137, 149, 151, 157, 163, 173, 179, 181, 193, 227, 229, 241, 251, 263, 271, 283, 293, 307, 311, 317, 331, 349, 353, 367.	**39**
752	1, 13, 19, 43, 61, 79, 109, 139, 151, 181, 211, 229, 313, 331, 373.	**16**
754	3, 11, 53, 71, 101, 107, 113, 137, 167, 191, 197, 233, 251, 263, 293, 311, 353.	**18**
756	5, 13, 17, 23, 29, 37, 47, 73, 79, 83, 97, 103, 109, 113, 137, 139, 149, 157, 163, 179, 193, 199, 233, 257, 269, 227, 293, 307, 313, 317, 337, 347, 359, 367, 373.	**35**
758	1, 7, 19, 31, 67, 97, 127, 139, 151, 157, 181, 211, 271, 237, 349, 379.	**17**
760	3, 17, 41, 59, 83, 101, 107, 113, 167, 173, 191, 197, 239, 251, 257, 269, 281, 293, 311, 317, 359.	**22**
762	1, 5, 11, 19, 23, 29, 43, 53, 61, 71, 79, 89, 101, 103, 109, 131, 149, 163, 191, 193, 199, 239, 241, 263, 271, 283, 313, 331, 353, 373, 379.	**32**
764	3, 7, 13, 31, 37, 73, 103, 151, 157, 163, 193, 223, 241, 277, 307, 331, 367.	**18**
766	5, 23, 47, 83, 89, 107, 113, 149, 167, 173, 179, 197, 257, 263, 317, 347, 383.	**18**
768	7, 11, 17, 29, 41, 59, 67, 107, 109, 127, 137, 149, 151, 167, 181, 191, 197, 199, 211, 227, 269, 277, 281, 307, 311, 337, 347, 349, 359, 367, 379.	**32**
770	1, 3, 13, 19, 31, 37, 43, 61, 79, 97, 109, 127, 139, 151, 157, 163, 193, 199, 223, 229, 271, 283, 307, 313, 331, 337, 349, 373.	**28**
772	3, 11, 29, 53, 71, 89, 113, 131, 173, 179, 251, 263, 269, 281, 293, 311, 353, 383.	**19**
774	1, 5, 13, 17, 23, 31, 41, 47, 73, 83, 97, 101, 113, 127, 131, 137, 167, 173, 181, 197, 211, 227, 233, 251, 271, 283, 307, 311, 313, 317, 331, 353, 373.	**34**
776	3, 7, 19, 37, 43, 67, 103, 157, 163, 199, 229, 277, 313, 337, 367, 379.	**17**
778	5, 17, 59, 101, 131, 137, 179, 191, 257, 269, 311, 317, 347, 359, 389.	**15**
780	7, 11, 19, 23, 29, 37, 41, 47, 53, 61, 71, 79, 89, 97, 103, 107, 127, 137, 139, 149, 163, 167, 173, 179, 181, 193, 211, 223, 233, 239, 257, 271, 277, 281, 293, 313, 317, 331, 337, 347, 349, 359, 379, 383.	**44**
782	13, 31, 43, 73, 109, 139, 151, 163, 181, 211, 241, 283, 349, 373.	**14**
784	11, 23, 41, 83, 101, 107, 131, 137, 167, 191, 197, 227, 263, 281, 293, 317, 353, 383.	**18**

Digitized by Google

2N	x	n
786	13, 17, 29, 43, 47, 53, 59, 67, 103, 109, 113, 127, 139, 167, 173, 179, 193, 199, 223, 227, 239, 263, 277, 283, 307, 337, 347, 353, 367, 389.	30
788	1, 19, 31, 37, 61, 79, 97, 127, 157, 181, 211, 241, 331, 349, 367, 379.	16
790	3, 17, 29, 47, 71, 89, 107, 113, 131, 137, 149, 173, 191, 197, 227, 233, 269, 281, 311, 347, 359, 389.	22
792	5, 19, 23, 31, 41, 53, 59, 73, 83, 101, 109, 131, 139, 149, 151, 173, 179, 191, 193, 199, 223, 229, 251, 269, 271, 283, 293, 313, 331, 349, 353, 359, 373, 383.	34
794	7, 37, 43, 61, 67, 103, 151, 163, 181, 193, 223, 271, 307, 331, 337, 373, 397.	17
796	23, 53, 113, 137, 149, 179, 197, 227, 233, 239, 293, 317, 347, 353.	14
798	1, 11, 29, 37, 41, 47, 59, 71, 79, 89, 97, 107, 137, 139, 151, 157, 167, 179, 181, 191, 197, 199, 211, 227, 229, 241, 251, 257, 277, 307, 311, 331, 337, 349, 359, 367, 379, 389, 397.	39
800	3, 13, 31, 43, 61, 67, 73, 109, 127, 139, 157, 181, 193, 199, 223, 229, 277, 313, 337, 367, 379.	21
802	5, 29, 41, 59, 83, 101, 149, 233, 239, 281, 293, 311, 353, 359, 383, 401.	16
804	7, 17, 31, 43, 47, 53, 61, 71, 103, 113, 127, 131, 151, 157, 163, 173, 191, 197, 211, 227, 233, 241, 257, 261, 281, 283, 313, 317, 337, 347, 373, 383.	32
806	19, 37, 67, 73, 79, 97, 163, 193, 199, 229, 283, 307, 349, 367, 373, 397.	16
808	11, 47, 89, 107, 131, 149, 167, 191, 239, 251, 317, 347, 359, 389.	14
810	1, 13, 23, 37, 41, 53, 59, 67, 71, 83, 101, 109, 127, 137, 149, 151, 157, 163, 167, 179, 191, 193, 197, 211, 223, 233, 239, 241, 263, 269, 307, 311, 331, 347, 349, 353, 367, 379, 389, 401.	40
812	1, 3, 43, 61, 73, 79, 103, 139, 151, 181, 193, 191, 211, 241, 271, 313, 349, 373, 379.	19
814	3, 5, 17, 41, 53, 71, 113, 131, 137, 167, 173, 197, 227, 251, 257, 293, 311, 347, 353, 383.	20
816	5, 7, 19, 29, 43, 47, 59, 73, 83, 89, 97, 107, 139, 157, 163, 173, 197, 199, 223, 229, 239, 269, 293, 307, 313, 317, 337, 349, 353, 359, 367, 373, 383, 397.	34
818	7, 31, 61, 67, 79, 109, 127, 157, 199, 211, 241, 271, 277, 331, 379, 397, 409.	17
820	11, 23, 47, 59, 101, 137, 167, 173, 179, 227, 233, 251, 257, 263, 311, 317, 353, 359, 389, 401.	20
822	1, 11, 13, 53, 61, 79, 83, 89, 103, 113, 131, 139, 149, 163, 179, 181, 191, 223, 229, 251, 281, 313, 331, 359, 373, 379, 383, 389, 401.	30
824	1, 3, 13, 37, 67, 73, 97, 151, 163, 181, 193, 211, 223, 277, 283, 337, 367.	17
826	3, 5, 17, 29, 53, 83, 107, 149, 167, 173, 179, 227, 233, 236, 257, 263, 269, 317, 347, 359, 383.	21

Digitized by Google

2 N	x	n
828	1, 5, 7, 17, 19, 31, 41, 59, 67, 71, 89, 101, 109, 127, 137, 151, 167, 181, 197, 211, 227, 229, 241, 251, 257, 271, 281, 307, 337, 349, 367, 379, 389, 397, 409.	35
830	1, 3, 7, 19, 43, 61, 73, 79, 97, 103, 139, 157, 199, 211, 223, 229, 283, 307, 331, 367, 373, 397, 409.	23
832	3, 5, 11, 23, 59, 71, 89, 113, 131, 149, 173, 179, 191, 193, 239, 263, 269, 311, 353, 383, 389, 401.	22
834	5, 7, 11, 13, 23, 37, 47, 61, 73, 83, 101, 107, 151, 157, 173, 181, 191, 193, 227, 233, 241, 257, 263, 271, 277, 293, 311, 313, 331, 347, 367, 373, 401.	33
836	7, 13, 67, 79, 97, 103, 109, 127, 163, 193, 223, 229, 313, 337, 349, 373, 379, 397.	18
838	11, 17, 29, 41, 137, 179, 191, 197, 239, 251, 269, 281, 317, 347, 359, 389, 419.	17
840	1, 11, 13, 17, 19, 29, 31, 43, 53, 67, 71, 79, 83, 89, 97, 101, 107, 113, 131, 139, 149, 157, 163, 167, 179, 181, 193, 197, 199, 223, 227, 233, 239, 241, 263, 269, 271, 277, 283, 293, 317, 331, 337, 349, 353, 373, 379, 383, 397, 401, 407, 419.	52
842	3, 13, 19, 31, 73, 103, 109, 151, 181, 199, 211, 223, 229, 241, 271, 379, 409, 421.	18
844	5, 17, 23, 47, 71, 83, 101, 167, 191, 197, 227, 251, 257, 281, 353, 383, 401.	17
846	7, 17, 19, 23, 37, 59, 73, 89, 103, 107, 113, 127, 137, 163, 173, 193, 199, 227, 229, 233, 239, 269, 277, 283, 337, 347, 359, 367, 379, 383, 389, 397.	32
848	19, 37, 61, 79, 97, 109, 139, 157, 229, 241, 271, 277, 307, 349, 409.	15
850	11, 23, 29, 41, 53, 89, 107, 131, 149, 167, 173, 191, 197, 233, 251, 257, 263, 281, 293, 347, 359, 383, 389, 401, 419.	25
852	13, 23, 29, 31, 41, 43, 79, 83, 101, 109, 113, 151, 179, 191, 193, 199, 211, 233, 239, 251, 281, 283, 311, 331, 349, 353, 373, 389, 409, 419, 421.	31
854	1, 31, 43, 67, 97, 103, 127, 163, 181, 193, 211, 223, 241, 277, 283, 307, 313, 331, 367, 397, 421.	21
856	3, 17, 29, 47, 59, 83, 113, 137, 173, 179, 197, 239, 257, 263, 269, 293, 347, 353, 389.	19
858	1, 5, 19, 29, 31, 37, 47, 61, 71, 89, 97, 101, 107, 131, 139, 149, 157, 167, 181, 197, 199, 211, 227, 239, 241, 251, 257, 271, 281, 311, 317, 337, 349, 359, 367, 379, 397, 401, 409, 419.	40
860	1, 3, 7, 31, 37, 73, 103, 109, 127, 151, 199, 229, 241, 283, 313, 337, 373, 397, 421.	19
862	3, 5, 23, 41, 53, 89, 101, 179, 263, 269, 293, 353, 359, 383, 401, 419, 431.	17
864	1, 5, 7, 11, 29, 37, 41, 43, 53, 67, 103, 107, 113, 131, 137, 163, 173, 181, 191, 211, 223, 233, 251, 257, 263, 271, 277, 293, 307, 317, 373, 397, 401, 421, 431.	35
866	3, 7, 13, 37, 43, 79, 97, 109, 127, 139, 157, 193, 223, 367, 379, 409, 433.	17

Digitized by Google

2 N	x	n
868	5, 11, 41, 47, 59, 71, 107, 149, 167, 191, 227, 251, 269, 281, 311, 347, 359, 389, 401, 419.	20
870	7, 11, 13, 17, 31, 41, 43, 47, 59, 61, 73, 83, 97, 101, 109, 113, 127, 131, 137, 151, 179, 193, 197, 211, 223, 227, 229, 239, 251, 257, 263, 269, 271, 277, 283, 293, 307, 313, 347, 349, 367, 379, 383, 409, 421, 431.	46
872	13, 19, 43, 61, 103, 139, 163, 181, 199, 211, 229, 241, 271, 331, 349, 373, 409, 433.	18
874	11, 17, 47, 53, 101, 113, 131, 173, 191, 197, 227, 233, 257, 281, 311, 317, 353, 383, 431.	19
876	13, 17, 19, 23, 37, 47, 53, 67, 79, 89, 103, 107, 137, 149, 157, 167, 193, 199, 223, 229, 233, 257, 263, 269, 277, 283, 307, 313, 353, 367, 373, 389, 397, 409, 419, 433.	36
878	1, 19, 67, 109, 127, 139, 151, 271, 277, 307, 331, 337, 379, 421, 439.	15
880	3, 17, 23, 41, 53, 59, 71, 83, 107, 137, 179, 197, 227, 233, 239, 263, 281, 293, 311, 317, 359, 389, 401, 419, 431.	25
882	1, 5, 19, 23, 29, 43, 53, 59, 61, 71, 73, 109, 113, 131, 139, 149, 163, 173, 181, 191, 199, 223, 229, 239, 241, 251, 263, 269, 281, 283, 311, 313, 359, 373, 379, 383, 419, 427, 433, 439.	40
884	1, 3, 7, 31, 61, 73, 97, 127, 151, 157, 193, 211, 223, 241, 271, 277, 283, 307, 313, 337, 397, 421,	22
886	3, 5, 23, 29, 47, 59, 89, 113, 127, 167, 227, 233, 239, 269, 293, 317, 383, 419, 443.	19
888	1, 5, 7, 11, 29, 31, 59, 61, 67, 79, 101, 127, 131, 137, 149, 179, 197, 211, 227, 229, 241, 257, 269, 271, 281, 311, 317, 331, 347, 367, 379, 389, 397, 401, 409, 421, 431, 439.	38
890	3, 7, 13, 31, 37, 61, 67, 79, 103, 139, 151, 157, 163, 181, 199, 229, 271, 277, 283, 313, 349, 367, 433.	23
892	5, 11, 29, 53, 71, 83, 131, 149, 173, 191, 233, 239, 251, 293, 383, 289, 401, 431, 443.	19
894	7, 11, 13, 17, 31, 37, 41, 67, 71, 73, 83, 97, 107, 137, 151, 167, 193, 211, 233, 241, 251, 263, 277, 281, 293, 307, 317, 331, 337, 347, 353, 373, 431, 433.	34
896	13, 19, 37, 43, 67, 73, 109, 139, 157, 163, 223, 277, 283, 349, 373, 397, 409, 433, 439.	19
898	11, 17, 41, 59, 71, 89, 101, 137, 179, 197, 239, 251, 257, 281, 311, 389, 419, 431, 449.	19
900	13, 17, 19, 23, 37, 41, 43, 47, 61, 71, 73, 79, 89, 103, 113, 127, 131, 139, 149, 157, 167, 173, 181, 191, 199, 223, 227, 239, 241, 257, 269, 281, 283, 293, 307, 313, 331, 337, 353, 359, 379, 397, 401, 409, 421, 433, 439, 443.	48
902	19, 43, 73, 79, 151, 163, 193, 211, 229, 241, 271, 283, 331, 379, 439.	15
904	17, 23, 41, 47, 83, 107, 131, 227, 251, 257, 263, 311, 317, 347, 383, 401, 443.	17
906	19, 23, 29, 43, 47, 53, 67, 79, 83, 97, 109, 137, 149, 163, 167, 173, 179, 197, 223, 229, 233, 263, 293, 307, 313, 337, 349, 359, 383, 397, 419, 439, 443, 449.	34

Digitized by Google

2 N	x	n
908	1, 31, 79, 97, 139, 151, 157, 181, 199, 277, 307, 331, 337, 367, 409, 421.	**16**
910	3, 23, 29, 47, 53, 71, 83, 89, 101, 113, 137, 149, 167, 191, 227, 233, 251, 257, 263, 269, 293, 311, 317, 347, 353, 389, 401, 419, 431, 443, 449.	**31**
912	1, 5, 29, 31, 53, 59, 73, 83, 89, 101, 103, 139, 151, 173, 179, 193, 211, 229, 239, 251, 269, 271, 281, 293, 311, 313, 349, 389, 409, 421, 433, 449.	**32**
914	3, 7, 31, 37, 61, 103, 127, 157, 163, 181, 223, 241, 271, 283, 307, 313, 337, 367, 373, 457.	**20**
916	5, 29, 53, 59, 89, 107, 173, 197, 233, 239, 257, 263, 269, 317, 347, 353, 359, 449.	**18**
918	7, 11, 31, 37, 41, 59, 61, 79, 89, 97, 107, 109, 131, 149, 157, 167, 179, 191, 199, 227, 241, 257, 271, 277, 311, 317, 331, 347, 349, 397, 409, 419, 431, 439, 457.	**35**
920	1, 13, 37, 43, 61, 67, 97, 109, 151, 163, 181, 193, 211, 229, 277, 307, 313, 349, 373, 379, 397, 421, 433, 457.	**24**
922	3, 11, 41, 59, 83, 101, 113, 149, 179, 239, 263, 269, 281, 353, 359, 401, 419, 431, 443, 461.	**20**
924	5, 13, 17, 37, 41, 43, 47, 61, 67, 71, 97, 101, 103, 113, 127, 137, 151, 163, 167, 173, 181, 191, 197, 223, 233, 241, 251, 263, 271, 277, 281, 283, 293, 307, 311, 317, 331, 337, 347, 353, 367, 383, 401, 421, 433, 457, 461.	**47**
926	7, 19, 43, 67, 73, 97, 103, 139, 157, 193, 199, 283, 307, 313, 349, 379, 439, 463.	**18**
928	17, 41, 47, 71, 89, 101, 107, 131, 167, 227, 251, 269, 281, 311, 359, 419, 449, 461.	**18**
930	1, 11, 19, 23, 43, 47, 53, 67, 71, 73, 101, 103, 107, 109, 157, 173, 179, 191, 197, 211, 229, 239, 257, 269, 271, 277, 283, 311, 313, 317, 331, 337, 353, 359, 367, 373, 383, 389, 409, 421, 431, 439, 443, 463.	**44**
932	3, 13, 73, 79, 103, 109, 163, 181, 193, 199, 223, 241, 271, 313, 331, 409, 433.	**17**
934	5, 23, 47, 53, 71, 107, 113, 137, 173, 191, 233, 251, 257, 281, 293, 317, 347, 431, 443, 467.	**20**
936	7, 17, 29, 35, 59, 73, 79, 83, 97, 107, 109, 113, 127, 139, 149, 163, 167, 179, 193, 197, 227, 263, 277, 283, 293, 317, 337, 349, 359, 367, 373, 379, 389, 433, 449, 457.	**36**
938	1, 19, 31, 61, 79, 109, 127, 151, 181, 199, 211, 229, 277, 307, 331, 337, 367, 397, 439.	**19**
940	3, 11, 29, 53, 59, 83, 101, 113, 131, 167, 179, 197, 239, 257, 263, 281, 293, 347, 353, 383, 419, 431, 449, 461.	**24**
942	1, 5, 13, 23, 31, 59, 61, 79, 83, 89, 103, 113, 131, 173, 181, 191, 199, 223, 233, 241, 251, 269, 281, 283, 311, 349, 373, 379, 401, 419, 421, 433, 439, 443, 463.	**35**
944	3, 7, 37, 61, 67, 157, 193, 211, 271, 283, 313, 331, 337, 367, 373, 397, 421, 457.	**18**

Digitized by Google

2 N	x	n
946	5. 17, 59, 89, 107, 137, 149, 173, 227, 263, 269, 293, 347, 353, 359, 383, 389, 443, 467.	**20**
948	1, 7, 11, 19, 29, 37, 41, 61, 67, 71, 89, 109, 127, 137, 139, 151, 179, 197, 229, 239, 257, 277, 307, 317, 331, 347, 349, 379, 401, 439, 449, 457, 461.	**34**
950	3, 13, 31, 43, 67, 73, 97, 127, 139, 163, 181, 193, 199, 211, 223, 241, 277, 307, 331, 337, 349, 373, 379, 409, 463.	**25**
952	5. 11, 23, 41, 71, 89, 113, 131, 179, 191, 233, 251, 269, 293, 311, 353, 359, 383, 389, 431, 443, 449, 461.	**23**
954	1. 7, 13, 17, 43, 47, 67, 71, 73, 97, 101, 127, 131, 157, 167, 181, 193, 197, 211, 227, 263, 271, 277, 281, 293, 307, 311, 313, 337, 347, 353, 367, 383, 397, 431, 433, 463, 467.	**38**
956	3, 19, 37, 73, 79, 97, 103, 127, 199, 223, 229, 283, 313, 337, 349, 379, 409, 433, 457.	**19**
958	5. 11, 17, 29, 47, 71, 101, 131, 137, 149, 197, 257, 281, 311, 317, 359, 389, 401, 449, 467, 479.	**22**
960	7. 13, 19, 23, 31, 41, 53, 73, 79, 83, 97, 101, 103, 107, 131, 137, 139, 149, 151, 163, 173, 191, 199, 227, 233, 241, 251, 269, 277, 283, 307, 313, 317, 347, 353, 359, 367, 373, 383, 389, 397, 419, 439, 457, 461.	**45**
962	43, 79, 103, 109, 139, 151, 193, 211, 223, 229, 271, 331, 349, 421, 439, 463.	**16**
964	11. 17, 23, 53, 83, 101, 107, 137, 167, 191, 263, 281, 311, 317, 347, 401, 443, 461.	**18**
966	13. 19, 29, 37, 47, 59, 79, 83, 89, 103, 107, 109, 113, 127, 137, 139, 157, 179, 193, 197, 223, 227, 233, 239, 257, 283, 293, 307, 313, 347, 349, 363, 359, 367, 373, 379, 389, 397, 409, 419, 443, 457, 463, 467, 479.	**45**
968	1, 31, 61, 109, 139, 157, 181, 199, 211, 229, 241, 277, 307, 337, 349, 367, 397, 421.	**18**
970	3, 17, 23, 29, 41, 59, 83, 89, 107, 113, 131, 149, 173, 197, 227, 251, 269, 293, 311, 317, 353, 383, 401, 449, 461, 467, 479.	**27**
972	1, 5, 19, 31, 43, 53, 61, 89, 109, 113, 149, 151, 163, 199, 211, 229, 233, 239, 263, 271, 281, 311, 313, 331, 353, 359, 373, 379, 401, 409, 431, 449, 463.	**33**
974	3, 7, 37, 67, 97, 151, 163, 223, 241, 283, 313, 331, 367, 373, 397, 433, 487.	**17**
976	5, 23, 29, 47, 89, 113, 137, 149, 167, 179, 233, 257, 293, 317, 359, 383, 389, 419, 467.	**19**
978	1. 7, 11, 31, 37, 41, 59, 67, 71, 97, 101, 139, 149, 151, 157, 167, 181, 191, 227, 239, 251, 269, 277, 317, 331, 337, 337, 347, 359, 379, 401, 409, 421, 431, 457, 479, 487.	**36**
980	3, 13, 43, 61, 73, 97, 103, 127, 151, 157, 193, 211, 223, 229, 241, 271, 307, 337, 349, 367, 373, 379, 409, 433, 439, 457.	**26**
982	5, 11, 29, 41, 53, 71, 101, 173, 239, 263, 281, 383, 389, 419, 461, 479, 491.	**17**
984	1, 7, 13, 17, 31, 37, 43, 47, 73, 97, 101, 103, 107, 127, 131, 157, 163, 173, 197, 211, 223, 227, 233, 241, 251, 257, 283, 293, 307, 311, 331, 337, 353, 367, 383, 397, 421, 443, 461, 463.	**40**

Digitized by Google

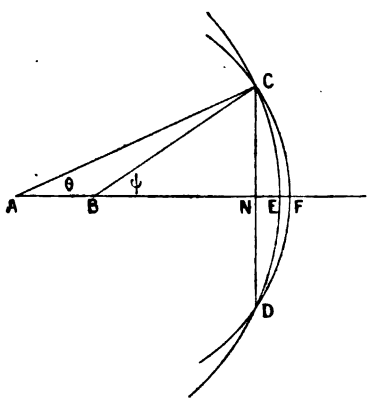
2 N	x	n
986	3, 19, 67, 79, 103, 109, 127, 157, 163, 199, 229, 277, 313, 367, 373, 379, 409, 439, 463, 487.	**20**
988	5, 11, 17, 41, 47, 59, 101, 107, 131, 149, 167, 179, 191, 227, 269, 311, 347, 389, 401, 419, 431, 467, 479.	**23**
990	7, 13, 19, 23, 37, 43, 53, 61, 71, 79, 83, 103, 107, 109, 113, 127, 131, 137, 151, 163, 167, 179, 181, 193, 229, 233, 239, 251, 257, 263, 271, 281, 307, 313, 317, 331, 337, 347, 349, 359, 373, 383, 389, 397, 419, 421, 433, 443, 449, 467, 487, 491.	**52**
992	1, 73, 109, 139, 163, 181, 223, 241, 283, 331, 349, 373, 379, 421.	**14**
994	3, 11, 17, 23, 41, 47, 53, 83, 107, 113, 131, 137, 167, 173, 197, 233, 251, 293, 311, 317, 347, 353, 401, 431, 491.	**25**
996	5, 13, 19, 29, 43, 59, 67, 89, 109, 113, 137, 139, 157, 167, 173, 199, 223, 227, 239, 257, 263, 269, 277, 313, 337, 349, 353, 379, 383, 389, 397, 409, 419, 433, 439, 449, 487.	**36**
998	1, 7, 31, 61, 79, 139, 211, 229, 241, 271, 307, 337, 367, 379, 397, 421, 457, 499.	**18**
1000	3, 17, 23, 29, 47, 53, 59, 71, 89, 113, 137, 173, 179, 191, 227, 239, 257, 281, 317, 347, 353, 359, 383, 401, 431, 443, 479, 491.	**28**

M. R.-W. GENESE

Professeur à l'University College of Wales, Aberystwyth (Angleterre).

SUR UNE INÉGALITÉ TRIGONOMÉTRIQUE [K 20 e]

— Séance du 10 août 1894 —



Soit CD la corde commune de deux cercles dont les centres A, B sont du même côté de CD, et soit AC > BC. L'arc mineur CED du cercle A sera donc dans l'intérieur du segment mineur CFD du cercle B. Donc, arc CED < arc CFD. De plus, on peut faire tourner le plan du cercle A autour de la droite CD. Donc, *si deux arcs mineurs de circonférence (pas nécessairement du même plan) ont mêmes extrémités, celui qui a le plus grand rayon est le plus petit*. Par exemple, un arc mineur de grand cercle

Digitized by Google

d'une sphère est plus petit qu'un arc de petit cercle avec les mêmes extrémités.

Maintenant, soient 2θ, 2Φ les mesures des angles DAC, DBC ; on a :

$$AC \times 2\theta < BC \times 2\ \Phi.$$

Mais, on a aussi :

$$2AC \sin \theta = DC = 2BC \sin\ \Phi.$$

Donc : $$\frac{\sin \theta}{\theta} > \frac{\sin \Phi}{\Phi} \text{ sous la condition } \theta < \Phi.$$

Autrement dit : $\sin m\Phi > m \sin \Phi$ pourvu que $m < 1$.

Par exemple, si, dans un triangle ABC, l'angle B > l'angle C, alors :

$$\frac{b}{c} < \frac{B}{C}.$$

Remarque. — En se servant du calcul différentiel, on peut s'assurer que le rapport $\sin \theta : \theta$ diminue avec l'accroissement de θ jusqu'à ce que θ ait la valeur, entre π et $\frac{3\pi}{2}$, donnée par l'équation $\tang \theta = \theta$.

M. H. DEMONFERRAND

Inspecteur des Chemins de fer de l'État, en retraite, à Paris.

CALENDRIER PERPÉTUEL [U]

— Séance du 10 août 1894 —

Les questions relatives au calendrier ont déjà fait l'objet de plusieurs mémoires communiqués à diverses époques aux 1re et 2e Sections de l'Association française pour l'avancement des sciences.

En 1883, au Congrès de Rouen, M. Édouard Lucas a présenté, sous le titre de *Calendrier perpétuel julien et grégorien*, une formule et des tableaux servant à calculer le jour de la semaine qui correspond à une date quelconque.

Digitized by Google

En 1889, au Congrès de Paris, M. Émile Vigarié a décrit, sous le nom de *Calendrier lunaire perpétuel*, un procédé pour déterminer, à l'aide de cercles mobiles, l'âge de la lune à une date quelconque.

Si ces travaux ne se sont pas vulgarisés plus promptement, malgré la fréquence des cas auxquels ils s'appliquent et la simplicité des méthodes, cela tient sans doute à ce que les opérations prescrites demandent un effort encore trop considérable. Aussi a-t-on cherché à présenter plutôt sous forme de calculs faits les bases ou caractéristiques particulières à chaque année, puis à déduire de ces caractéristiques la reconstitution complète du calendrier d'une année quelconque.

Les douze mois de l'année se composent chacun d'un nombre constant de jours, sauf le mois de février qui a tantôt 28 jours et tantôt 29. Il est donc toujours facile, connaissant le jour d'une date quelconque, de dresser un tableau de la succession des jours, depuis le 1er mars qui précède la date donnée jusqu'au 28 février qui la suit ; à cet effet, on inscrit d'abord les jours consécutifs à partir de la date indiquée ; arrivé au 28 février, on revient au 1er mars qui précède en remarquant que ces deux dates comportent un seul et même jour de la semaine, puisque les douze mois qui les séparent forment un ensemble de 365 jours, soit 52 semaines plus un jour. On continue donc l'inscription des jours depuis le 1er mars jusqu'à la date initiale, et on se trouve alors avoir dressé le calendrier complet de douze mois ; or, comme ce calendrier ne peut commencer que par l'un ou l'autre des jours de la semaine, il devient évident que tous les calendriers possibles, à la condition d'avoir leur origine au 1er mars, se réduisent à sept types, que l'on a même réussi à condenser en un seul tableau formant calendrier perpétuel *(Pl. I)*. Si l'on veut faire apparaître l'un des sept calendriers, on choisit une des échelles nos 1 à 7 et on y joint par la pensée les 31 lignes de jours placées à la hauteur des 31 quantièmes de l'échelle choisie. Dès que le choix est fait, on doit considérer comme n'existant pas toutes les autres échelles et lignes de jours, et supposer reportées sur la ligne 31 de l'échelle choisie les croix qui, dans le bas, indiquent les mois courts.

Les sept échelles peuvent être complétées ou même remplacées par une échelle unique dont le tracé est ci-joint. Cette échelle coulisse verticalement le long des lignes de jours et le calendrier qui correspond à chacune de ses positions est indiqué par le quantième, de 1 à 7, qu'elle vient présenter en regard du premier dimanche d'octobre, dimanche qui, pour servir d'index, est spécialement pointé dans sa case et aux deux extrémités de sa ligne de jours. Ainsi, pour obtenir le calendrier n° 4, il suffit, soit de prendre l'échelle fixe n° 4, soit d'amener le quantième 4 de l'échelle mobile à la hauteur de l'index.

Digitized by Google

INSTRUCTION

Le barème qui accompagne le calendrier fournit pour chaque année deux caractéristiques, D et L. On obtient celles de 1894, par exemple, en cherchant dans la colonne de gauche la dizaine 1890, à partir de laquelle on suit l'horizontale jusqu'à la colonne 4, où l'on trouve pour 1894, D = 7 et L = 21. Les deux points qui suivent certaines valeurs de D indiquent les années bissextiles.

Règle D. — La caractéristique D indique le numéro du dimanche, numéro qui est égal au quantième du premier dimanche d'octobre. Elle indique aussi le numéro du calendrier de l'année et sert à déterminer le jour d'une date quelconque: soit le 27 septembre 1599. Le barème indique pour 1599 D = 3; on descend donc l'échelle 3 jusqu'au quantième 27, dont on suit l'horizontale jusqu'à la colonne du mois de septembre, et l'on y trouve le jour cherché, lundi.

On ne doit d'ailleurs pas oublier que les mois de janvier et de février sont portés sur le calendrier à la suite des dix derniers mois de l'année qui les précède, et que leurs caractéristiques sont celles du calendrier et non de l'année dont ils font partie. Ainsi, étant donné le 14 février 1948, on cherche dans le barème 1947 et non 1948, ce qui donne D = 5; puis on est conduit par l'échelle 5, le quantième 14 et le mois de février au jour cherché, samedi.

Règle L. — La caractéristique L sert à déterminer les phases de la lune; elle représente la date de la pleine lune de Pâques et varie entre le 21 mars et le 18 avril, circonstance qui a permis de négliger dans le barème toute désignation de mois, puisque les dates de 21 à 31 appartiennent au mois de mars et celles de 1 à 18 au mois d'avril. Le 19 et le 20 ne se présentent jamais.

En partant de la date L sur le calendrier et en diminuant le quantième de un jour par mois, on trouve sur une même ligne droite oblique toutes les dates (à un jour près) des pleines lunes de l'année. Pour 1894, calendrier 7, la ligne des pleines lunes part du mercredi 21 mars et aboutit au dimanche 10 février. D'autres obliques, placées à huit et quinze jours de distance de la première, fourniraient les dates des trois autres phases pendant toute l'année.

Règle P. — Par la combinaison des deux caractéristiques, on obtient la date de Pâques, P. Le jour de Pâques étant le premier dimanche après la première pleine lune de printemps, on n'a qu'à chercher le jour de la

Digitized by Google

date L, puis la date du dimanche suivant. Ainsi, pour 1894, D = 7 et L = 21 ; l'échelle 7 et le 21 mars accusent un mercredi, et le dimanche suivant est P = 25 mars. Cette opération peut s'effectuer presque instantanément, car les quatre cases à consulter sont généralement très voisines les unes des autres.

Après avoir déterminé Pâques, on trouve les autres fêtes mobiles en se reportant à sept semaines avant et après Pâques, ce qui conduit, dans le premier cas, au dimanche gras, 4 février 1894, lequel précède de trois jours le mercredi des Cendres, 7 février, et, dans le second cas, au dimanche de la Pentecôte, 13 mai, lequel suit à dix jours le jeudi de l'Ascension, 3 mai. La recherche de la date des Cendres est simplifiée par la remarque que le dimanche gras, en février, est de même date qu'un dimanche de mars quand l'année est commune et de même date qu'un lundi de mars quand l'année est bissextile.

Un pointage sommaire au crayon peut faire ressortir sur le calendrier banal tous les détails spéciaux qui en font le calendrier d'une année donnée : on inscrit d'abord au-dessus du cadre l'année et ses caractéristiques, 1894 (7, 21); on met alors en relief le calendrier 7 en doublant la verticale à gauche de l'échelle 7, ainsi que les deux horizontales entre lesquelles sont compris les 31 quantièmes de cette échelle; puis on pointe L = 21 en menant une diagonale dans la case du 21 mars, calendrier 7, et en prolongeant cette diagonale à travers les douze mois; enfin, on désigne la case de Pâques par un double tiret, et celles du dimanche gras et de la Pentecôte par des tirets simples. Le mois de février 1894 ne figurant pas sur le calendrier de 1894, on reporte le tiret du 4 février en dehors de la colonne du mois de mars, vis-à-vis le dimanche 4 mars.

OBSERVATIONS

Pour calculer, vérifier ou prolonger le barème, on peut appliquer les méthodes décrites par les deux mémoires ci-dessus rappelés. On peut encore se servir des formules et des tables données par Delambre dans son *Traité d'Astronomie théorique et pratique*. De plus, il existe dans l'*Art de vérifier les dates* une table chronologique fournissant entre autres documents, pour chaque année de 1 à 2000 : 1° la lettre dominicale, qui se confond avec la caractéristique D si l'on fait correspondre respectivement les numéros 1, 2, 3, ... 7 avec les lettres A, B, C, ... G ; 2° le terme pascal, qui n'est autre chose que la caractéristique L. Les numéros du dimanche se reproduisent périodiquement identiques tous les 400 ans.

On a vu que, pour ramener à sept tous les types de calendriers, il a fallu faire commencer chacun d'eux au 1er mars. Cette dérogation aux habitudes traditionnelles présente par compensation l'avantage d'inter-

Digitized by Google

caler le jour complémentaire des années bissextiles entre deux calendriers qu'il ne trouble ni l'un ni l'autre, tandis que son intrusion dans le courant de l'année éternisait l'encombrement produit par les doubles lettres dominicales dans les calendriers perpétuels. En reportant au 1er mars le commencement du calendrier, sinon de l'année, c'est seulement à cette date qu'il y a lieu de se préoccuper des années bissextiles, qui d'ailleurs se signalent d'elles-mêmes par une lacune d'un jour de la semaine entre le 28 février et le 1er mars, lacune qui ne peut être comblée que par un 29 février, et qui ne se produit pas dans les années communes.

CONCORDANCE DES STYLES

La règle L attribue aux quantièmes des pleines lunes une décroissance régulière de un jour par mois. La durée d'une lunaison, qui est de 29 jours et demi, ou plus exactement de 29 jours 5305887215, correspond à 59 jours pour deux lunaisons, ce qui, par rapport à deux mois consécutifs, l'un de 30 jours, l'autre de 31, ferait bien une différence de 61 — 59 = 2 jours en deux mois, soit un jour par mois ; mais, outre l'erreur commise en arrondissant la fraction ci-dessus, les mois ne présentent pas des alternatives régulières de 30 et 31 jours. On doit donc s'attendre à des écarts de un jour, quelquefois deux, dans les dates des phases de la lune ; mais aussi on profite de la simplification due à l'emploi des obliques, et d'ailleurs la plus importante des dates, celle de la pleine lune de Pâques, est toujours exacte puisqu'elle provient directement du barème.

Pour éviter toute hésitation dans le tracé des obliques à 8 et 15 jours de celle des pleines lunes, on prendra comme numéros des quatre obliques d'une même année ceux qui se correspondent dans le tableau ci-après ; les numéros 19 et 20, qui ne forment qu'une seule et même oblique, celle du 19 avril et du 20 mai, ne sont jamais alloués à la pleine lune, mais ils servent aux autres phases, notamment à la nouvelle lune pour les années où L = 4.

1	2	3	4	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30	31

Toute pleine lune au 1er du mois est suivie d'une pleine lune au 31, ou bien à un jour près, au 30 ou au 1er. Donc au point de vue des pleines lunes, le 31 et le 1er se confondent, et lorsque dans le pointage au crayon le tracé d'une oblique conduit au 1er d'un mois, on doit reprendre ce tracé au 31 du même mois ; si ce mois n'a que 30 jours, l'oblique reste au 31, mais la pleine lune est pour le 30 ou le 1er.

Digitized by Google

STYLE JULIEN

ANNÉES	STYLE JULIEN	STYLE GRÉGORIEN	DIFFÉRENCE
1582	Jeudi 4 octobre.	Jeudi 4 octobre.	0
»	Vendredi 5 octobre.	Vendredi 15 octobre.	10 jrs.
1700	Mercredi 28 février.	Mercredi 10 mars.	10
»	Jeudi 29 février.	Jeudi 11 mars.	11
1800	Mardi 28 février.	Mardi 11 mars.	11
»	Mercredi 29 février.	Mercredi 12 mars.	12
1900	Lundi 28 février.	Lundi 12 mars.	12
»	Mardi 29 février.	Mardi 13 mars.	13
2100	Samedi 28 février.	Samedi 13 mars.	13
»	Dimanche 29 février.	Dimanche 14 mars.	14

Le calendrier perpétuel ci-dessus décrit s'applique tout aussi bien au style julien qu'au style grégorien, seulement avec un autre barème dans lequel les numéros du dimanche se reproduisent périodiquement identiques tous les 700 ans. Le barème julien a donc été divisé en trois époques de 700 ans chacune, et les numéros du dimanche, indiqués seulement dans la troisième époque, servent aux deux premières avec des intervalles de 700 ou de 1400 ans. Les valeurs de L reviennent périodiquement par séries de 19 ans, et avec le même rang dans le siècle par séries de 19 siècles.

Par suite de la réforme grégorienne, le calendrier a franchi subitement 10 jours, du 4 au 15 octobre 1582, et les années séculaires à partir de cette date sont devenues communes, sauf une sur 4, celle dont les deux premiers chiffres forment un multiple de 4. Ainsi les années séculaires sont toutes bissextiles dans le style julien, tandis que dans le style grégorien, il n'y a de bissextiles que les années 1600, 2000, 2400 ..., etc.

Ces données permettent d'établir la concordance des styles comme l'indique le tableau ci-joint, qui démontre que, pour une même journée, les deux styles sont constamment d'accord quant au jour de la semaine, bien qu'ils présentent sur les quantièmes des différences de 10, 11, 12... jours. Si l'on prend, par exemple, le 10 août 1894 grégorien, la différence (de 12 jours entre 1800 et 1900) fait qu'il correspond au 29 juillet julien. Or, d'après le barème julien, en 1894 D = 2, donc le 29 juillet est un vendredi. D'autre part, d'après le barème grégorien, en 1894 D ≐ 7, donc le 10 août est aussi un vendredi.

Digitized by Google

Dans le calendrier grégorien, la date du 20 mars est maintenue très voisine de l'équinoxe, alors que dans le calendrier julien ces dates peuvent être à une distance de 10, 11, 12 ... jours. Il en résulte que la pleine lune de Pâques est toujours la première du printemps dans le style grégorien, tandis qu'elle peut n'être que la seconde dans le style julien.

Calendrier de bureau. — On dispose encore le calendrier perpétuel sous une autre forme, qui comporte un cadre fixe pour les mois et les quantièmes, plus deux parties mobiles dont l'une est le tableau des jours et l'autre le graphique des phases. Pour que ce calendrier devienne celui d'une année quelconque, on n'a qu'à prendre dans le barème les deux caractéristques D et L de ladite année, puis à mettre le tableau des jours au point D et le graphique des phases au point L. Ce modèle plus fini, avec toutes les diversités artistiques ou autres dont il est susceptible, constitue plus spécialement le calendrier de bureau, tandis que le premier reste préférable comme calendrier de poche.

M. VASCHY

Ingénieur des Télégraphes, à Paris.

THÉORÈME GÉNÉRAL SUR LES ACTIONS EN RAISON INVERSE DU CARRÉ DES DISTANCES [R 5]

— Séance du 10 août 1894 —

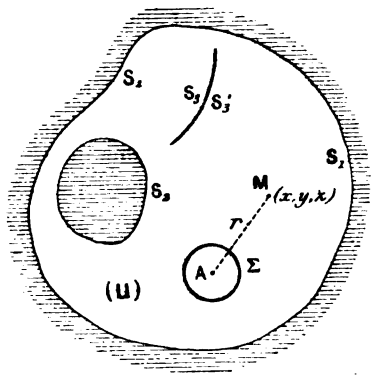
1. *But de cette note.* — La loi de la gravitation universelle due à Newton a suggéré aux physiciens l'idée de chercher l'explication de divers phénomènes, notamment des phénomènes électriques et magnétiques, dans l'existence d'actions qui seraient exercées par certaines substances (fluides) proportionnellement aux masses et en raison inverse du carré des distances. Cette explication ayant paru justifiée dans certains cas (lois de Coulomb en électro-statique et en magnétisme, loi de Laplace en électro-magnétisme), on en est arrivé à considérer ees lois d'actions à distance comme étant *des lois physiques démontrées par l'expérience.*

Le théorème suivant montre qu'en réalité *les lois en question sont purement et simplement l'énoncé d'une identité mathématique* applicable aux

Digitized by Google

phénomènes les plus divers et, par conséquent, ne sauraient être classées au nombre des lois physiques de la nature.

2. *Notations.* — Supposons appliqué en chaque point $M(x, y, z)$ de l'espace un vecteur f, dont les projections X, Y, Z sur les axes de coordonnées sont des fonctions continues de x, y, z, ainsi que leurs dérivées du premier ordre, sauf sur certaines surfaces de discontinuité. Sur chaque surface de discontinuité nous distinguerons l'une de l'autre les deux faces S_3 et S'_3, entre lesquelles le vecteur varie brusquement, en un même point, de f à f'.



Dans l'espace en question, nous nous bornerons à considérer une région quelconque U, limitée extérieurement par une surface S_1 et intérieurement par des surfaces S_2 ..., et pouvant contenir des surfaces de discontinuité. Soit S l'ensemble des surfaces limites S_1, S_2 ... et des surfaces de discontinuité à deux faces S_3 S'_3 ...

Rappelons la formule bien connue de transformation d'une intégrale de surface $\int_S$ en intégrale de volume $\int_U$:

$$\int_U \left[\frac{d(\varphi X)}{dx} + \frac{d(\varphi Y)}{dy} + \frac{d(\varphi Z)}{dz} \right] d\pi + \int_S \varphi(lX + mY + nZ) dS = 0 \quad (1)$$

l, m, n désignent les cosinus directeurs de la normale à l'élément de surface dS dirigée vers l'intérieur de la région U; $d\pi$ est un élément de volume; φ est une fonction finie et continue de (x, y, z).

3. *Démonstration d'une identité mathématique.* — Appliquons la formule (1) en posant:

$$\varphi = \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx},$$

r désignant la distance du point $M(x, y, z)$ à un point fixe $A(\alpha, \beta, \gamma)$. Toutefois, le point A étant intérieur au volume U, pour éviter que φ devienne infinie dans le champ d'intégration, nous diviserons la région U en deux parties par la surface Σ d'une sphère de rayon ε ayant pour centre le point A; nous appellerons U_1 la partie de U extérieure à Σ et U_2 la

Digitized by Google

partie intérieure, et nous appliquerons la formule (1) au volume U_1. On aura, en développant :

$$\left.\begin{aligned}&\int_{U_1}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}\left(\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right)d\pi+\int_{S+\Sigma}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}(lX+mY+nZ)dS\\&=-\int_{U_1}\left[X\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx^2}+Y\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx\,dy}+Z\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx\,dz}\right]d\pi\end{aligned}\right\}(2)$$

en désignant par $(S+\Sigma)$ l'ensemble de la sphère Σ et des surfaces dont nous avions déjà désigné l'ensemble par la lettre S.

En remplaçant, dans la formule (1), Y et Z par zéro et φX par :

$$X\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+Y\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+Z\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}$$

et effectuant les calculs, le second membre de (2) devient :

$$\left.\begin{aligned}&-\int_{U_1}\left[X\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx^2}+Y\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx\,dy}+Z\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx\,dz}\right]d\pi\\&=\int_{S+\Sigma}l\left[X\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+Y\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+Z\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]dS\\&+\int_{U_1}\left[\frac{dX}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+\frac{dY}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+\frac{dZ}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi\end{aligned}\right\}(2')$$

Cette dernière intégrale peut du reste s'écrire :

$$\left.\begin{aligned}&\int_{U_1}\left[\frac{dX}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+\frac{dY}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+\frac{dZ}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi\\&=\int_{U_1}\left[\frac{dX}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+\frac{dX}{dy}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+\frac{dX}{dz}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi\\&-\int_{U_1}\left[\left(\frac{dX}{dy}-\frac{dY}{dx}\right)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}-\left(\frac{dZ}{dx}-\frac{dX}{dz}\right)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi\end{aligned}\right\}(2'')$$

Digitized by Google

et la deuxième de ces trois nouvelles intégrales devient, par une transformation d'intégrale de volume en intégrale de surface :

$$\left.\begin{aligned}
&\int_{U_1}\left[\frac{dX}{dx}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+\frac{dX}{dy}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+\frac{dX}{dz}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi\\
&=-\int_{S+\Sigma}X\left[l\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}+m\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}+n\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]dS\\
&\quad-\int_{U_1}X\left[\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx^2}+\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dy^2}+\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dz^2}\right]d\pi
\end{aligned}\right\}\quad(2''')$$

Remarquons que cette dernière intégrale est nulle ; car de :

$$r^2=(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2+(z-\gamma)^2$$

on déduit :

$$\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}=\frac{\alpha-x}{r^3}\;;\quad\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}=\frac{\beta-y}{r^3}\;;\quad\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}=\frac{\gamma-z}{r^3}\qquad(3)$$

et :

$$\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dx^2}+\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dy^2}+\frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{dz^2}=0\qquad(4)$$

En tenant compte des équations (2′), (2″), (2‴) et (4), l'équation (2) devient donc, toutes réductions faites :

$$\left.\begin{aligned}
&\int_{U_1}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}\left(\frac{dX}{dx}+\frac{dY}{dy}+\frac{dZ}{dz}\right)d\pi+\int_{S+\Sigma}\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}(lX+mY+nZ)dS\\
&=\int_{S+\Sigma}\left[(lY-mX)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}-(nX-lZ)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]dS\\
&\quad-\int_{U_1}\left[\left(\frac{dX}{dy}-\frac{dY}{dx}\right)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy}-\left(\frac{dZ}{dx}-\frac{dX}{dz}\right)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi
\end{aligned}\right\}\quad(2^{\text{IV}})$$

Calculons l'ensemble des intégrales relatives à la surface sphérique Σ qui entrent dans cette formule. La normale à Σ dirigée vers la région U_1,

Digitized by Google

c'est-à-dire vers l'extérieur de la sphère, a pour cosinus directeurs:

$$l = \frac{x-\alpha}{r}; \quad m = \frac{y-\beta}{r}; \quad n = \frac{z-\gamma}{r}.$$

En tenant compte des relations (3) et remplaçant dS par $r^2 d\omega$ ($d\omega$ = angle solide sous lequel l'élément sphérique dS est vu du centre A), l'ensemble des intégrales en question prend la forme:

$$\int_\Sigma \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}(lX + mY + nZ)dS$$

$$-\int_\Sigma \left[(lY - mX)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy} - (nX - lZ)\frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]dS$$

$$= -\int_\Sigma \frac{(x-\alpha)^2 + (y-\beta)^2 + (z-\gamma)^2}{r^2} X d\omega$$

$$= -\int_\Sigma X d\omega = -X_m \int_\Sigma d\omega = -4\pi X_m$$

X_m désigne la valeur moyenne de X sur la sphère Σ.

Si l'on pose, pour simplifier l'écriture:

$$\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 4\pi\rho \tag{5}$$

$$lX + mY + nZ = 4\pi\sigma \tag{6}$$

$$\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy} = 4\pi\mu_x; \quad \frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz} = 4\pi\mu_y; \quad \frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx} = 4\pi\mu_z \tag{7}$$

$$nY - mZ = 4\pi\tau_x; \quad lZ - nX = 4\pi\tau_y; \quad mX - lY = 4\pi\tau_z \tag{8}$$

l'identité (2^{IV}) devient finalement:

$$X_m = \int_{U_1} \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}\rho d\tilde{\omega} + \int_{U_1}\left[\mu_z \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy} - \mu_y \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]d\pi$$

$$+ \int_S \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dx}\sigma dS + \int_S \left[\tau_z \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dy} - \tau_y \frac{d\left(\frac{1}{r}\right)}{dz}\right]dS.$$

Digitized by Google

Faisons maintenant tendre vers zéro le rayon de la sphère Σ; X_m tend vers la valeur $X(\alpha, \beta, \gamma)$ de X au point A, et le volume U_1 tend vers U. On aura ainsi, en tenant compte des relations (3), *l'identité :*

$$\left.\begin{aligned} X(\alpha, \beta, \gamma) = &\int_U \frac{\rho d\tilde{\omega}}{r^2} \cdot \frac{\alpha - x}{r} + \int_U \frac{\mu_z(\beta - y) - \mu_y(\gamma - z)}{r} \cdot \frac{d\tilde{\omega}}{r^2} \\ &+ \int_S \frac{\sigma dS}{r^2} \cdot \frac{\alpha - x}{r} + \int_S \frac{\tau_z(\beta - y) - \tau_y(\gamma - z)}{r} \cdot \frac{dS}{r^2} \end{aligned}\right\} \quad (9)$$

4. *Interprétation mécanique de l'identité* (9). — Supposons d'abord que le vecteur f représente une force. Dans la formule (9), considérons ρ comme la densité, positive ou négative, d'une certaine *masse* répartie dans le volume U, et σ comme la densité *superficielle* d'une masse répartie sur la surface S. Comme $\frac{\alpha - x}{r}$ est le cosinus de l'angle que fait avec l'axe des x le vecteur allant du point (x, y, z) au point (α, β, γ), la somme:

$$\int_U \frac{\rho d\pi}{r^2} \cdot \frac{\alpha - x}{r} + \int_S \frac{\sigma dS}{r^2} \cdot \frac{\alpha - x}{r}$$

est égale à la projection, sur l'axe des x, de la résultante f_1 de forces *fictives* qu'exerceraient au point (α, β, γ) les masses m, m', m''... réparties soit dans le volume $U(m = \rho d\pi)$, soit sur la surface $S(m = \sigma dS)$, ces forces obéissant à la loi de Newton relative à la gravitation universelle, c'est-à-dire étant exercées en ligne droite et égales à $\frac{m}{r^2}$, $\frac{m'}{r'^2}$, $\frac{m''}{r''^2}$, ...

$$\overline{f_1} = \Sigma \frac{\overline{m}}{r^2} \text{ (somme géométrique ou résultante).}$$

Pour interpréter les deux autres termes de la formule (9), imaginons des *masses vectorielles* ayant non seulement une grandeur, mais encore une direction, et réparties soit dans le volume U avec une densité $\bar{\mu}$, soit sur la surface S avec une densité superficielle $\bar{\tau}$; $\bar{\mu}$ désignant le vecteur qui a pour projections μ_x, μ_y, μ_z sur les axes de coordonnées, et $\bar{\tau}$ le vecteur qui a pour projections τ_x, τ_y, τ_z. D'autre part, en chaque point (x, y, z), considérons le vecteur $\bar{\mu}$ (densité de masse vectorielle) et le vecteur $\bar{r}$ joignant ce point au point fixe (α, β, γ); soit θ l'angle de ces deux vecteurs. On voit que $\frac{d\pi}{r^3}\left[\mu_z(\beta - y) - \mu_y(\gamma - z)\right]$ est la projection, sur l'axe des x,

Digitized by Google

d'un vecteur égal à $\frac{\mu d\pi \sin\theta}{r^2}$ porté sur la perpendiculaire au plan des vecteurs $\bar{\mu}$ et $\bar{r}$ dans un sens convenable. On en conclut que la somme :

$$\int_U \frac{\mu_z(\beta - y) - \mu_y(\gamma - z)}{r^3} d\pi + \int_S \frac{\tau_z(\beta - y) - \tau_y(\gamma - z)}{r^3} dS$$

est égale à la projection, sur l'axe des x, de la résultante f_2 de forces *fictives* qu'exerceraient au point (α, β, γ) les masses vectorielles $\overline{m_v}$, $\overline{m'_v}$, $\overline{m''_v}$ ... réparties soit dans le volume $U(\overline{m_v} = \bar{\mu} d\pi)$, soit sur la surface $S(\overline{m_v} = \bar{\tau} dS)$; ces forces obéissant à la loi fondamentale de Laplace en électro-magnétisme (action d'un élément de courant sur un pôle d'aimant), c'est-à-dire ayant : 1° pour grandeur $\frac{m_v \sin\theta}{r^2}$, $\frac{m'_v \sin\theta'}{r'^2}$, ... ;

2° pour direction celle de la perpendiculaire aux vecteurs $\overline{m_v}$ et $\bar{r}$:

$$\overline{f_2} = \Sigma \frac{\overline{m_v \sin\theta}}{r^2}$$

En résumé, X (formule 9) est égale à la projection, sur l'axe des x, de la résultante fictive :

$$\overline{f} = \overline{f_1} + \overline{f_2} = \Sigma \frac{\overline{m}}{r^2} + \Sigma \frac{\overline{m_v \sin\theta}}{r^2} \qquad (10)$$

des deux forces f_1 et f_2 dues : la première à des actions newtoniennes, la deuxième à des actions laplaciennes. De même Y et Z sont égales aux projections de cette résultante sur les axes des y et des z. On en conclut le théorème suivant :

Quelle que soit la loi de variation de la force f *dans la région considérée* U, *cette force* f *est identique en tout point* (α, β, γ) *à la résultante de forces fictives dues :* 1° *à des masses définies par leurs densités* ρ *et* σ *(formules 5 et 6) agissant à distance suivant la loi de Newton ;* 2° *à des masses vectorielles définies par leurs densités* $\bar{\mu}$ *et* $\bar{\tau}$ *(formules 7 et 8) agissant suivant la loi de Laplace.*

Si f, au lieu de représenter une force, est un vecteur de nature quelconque (vitesse, flux de chaleur, intensité d'un champ électrique, etc.), la formule (10) subsiste, et l'énoncé précédent est seul à modifier suivant les circonstances. Un théorème analogue au précédent s'applique donc à toutes les branches de la physique : chaleur, électricité, etc.

Digitized by Google

5. *Cas particuliers.* — Deux cas importants au point de vue des applications sont à signaler. Supposons, pour simplifier, que le volume U comprenne l'espace (fini) tout entier où existe le vecteur f, et qu'il n'y ait pas de surfaces de discontinuité; alors les densités superficielles σ et $\overline{\tau}$ (formules 6 et 8) sont nulles.

Le premier cas sera celui où le vecteur f dérive d'un potentiel, c'est-à-dire où l'on a :

$$\frac{dY}{dz} - \frac{dZ}{dy} = \frac{dZ}{dx} - \frac{dX}{dz} = \frac{dX}{dy} - \frac{dY}{dx} = 0$$

Alors, d'après les formules (7), la densité $\overline{\mu}$ de masse vectorielle est nulle, et la formule (10) se réduit à :

$$\overline{f} = \Sigma \frac{\overline{m}}{r^2}.$$

Il n'y a que des masses m agissant fictivement suivant la loi de Newton. On voit par là pourquoi en électro-statique, où le champ électrique (f = intensité du champ électrique) admet un potentiel, l'hypothèse des masses électriques imaginées par Coulomb devait réussir, tandis que cette hypothèse est restée impuissante à expliquer l'état variable du champ électrique, car dans l'état variable il n'y a pas de potentiel.

Le deuxième cas sera celui où le vecteur f satisfait à la condition :

$$\frac{dX}{dx} + \frac{dY}{dy} + \frac{dZ}{dz} = 0.$$

Alors, d'après la formule (5), la densité ρ de masse est nulle, et la formule (10) se réduit à :

$$f = \Sigma \frac{\overline{m_v \sin \theta}}{r^2}$$

C'est ce cas que l'on rencontre dans l'électro-magnétisme, dont la loi fondamentale est due au génie de Laplace.

Digitized by Google

M. Auguste FABRE

à Paris.

DÉVELOPPEMENT EN SÉRIE DES RACINES D'UNE ÉQUATION [D6c

— Séance du 10 août 1894 —

I

En nommant $\varphi(\zeta)$, une fonction d'une racine ζ, de l'équation (1) $F(Z) = 0$; la série (S), pour une valeur de a, qui la rend convergente, représente cette fonction, et l'on a la formule :

$$(S)\quad \varphi(\zeta) = \varphi(a) - \frac{F(a)}{1'}\frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \frac{[F(a)]^2}{2'}\frac{1}{F'(a)}\frac{d}{da}\frac{\varphi'(a)}{F'(a)}$$
$$- \frac{[F(a)]^3}{3'}\frac{1}{F'(a)}\frac{d}{da}\frac{1}{F'(a)}\frac{d}{da}\frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \cdots$$
$$\mp \frac{[F(a)]^n}{n'}\frac{1}{F'(a)}\frac{d}{da}\frac{1}{F'(a)}\frac{d}{da}\frac{1}{F'(a)}\cdots\frac{d}{da}\frac{\varphi'(a)}{F'(a)} \pm \cdots$$

En effet, soit d'abord l'équation (2) $F(z) - F(a) = x$.

On a en développant, par rapport aux puissances croissantes de x, la formule (3) :

$$(3)\qquad \varphi(\zeta) = \varphi_0(z) + \frac{x}{1'}\varphi_0'(z) + \frac{x^2}{2'}\varphi_0''(z) + \ldots + \frac{x^n}{n'}\varphi_0^{(n)}(z) + \ldots$$

dans laquelle les dérivées successives par rapport à x se calculent à l'aide des relations :

$$z_x' = \frac{1}{F'(z)}, \qquad \varphi_x'(z) = \varphi'(z).z_x' = \frac{\varphi'(z)}{F'(z)}$$
$$\varphi_x''(z) = \frac{d}{dz}\frac{\varphi'(z)}{F'(z)}\cdot z_x' = \frac{1}{F'(z)}\frac{d}{dz}\frac{\varphi'(z)}{F'(z)}$$
$$\varphi_x^{(n)}(z) = \frac{1}{F'(z)}\frac{d}{dz}\frac{1}{F'(z)}\cdot\frac{d}{dz}\frac{1}{F'(z)}\cdots\frac{d}{dz}\frac{\varphi'(z)}{F'(z)}.$$

Digitized by Google

Or, pour $x = 0$, l'équation (2) est satisfaite par $z = a$; on a donc aussi les formules :

$$\varphi_0'(z) = \frac{\varphi'(a)}{F'(a)}, \quad \varphi_0''(z) = \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)}, \quad \varphi_0'''(z) = \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} \cdots$$

$$\varphi_0^{(n)}(z) = \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \cdots \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)}.$$

D'où, en substituant dans l'équation (3) la formule (S_1) pour le développement de la fonction $\varphi(\zeta)$, d'une racine ζ de l'équation (2) :

$$(S_1) \qquad \varphi(\zeta) = \varphi(a) + \frac{x}{1'} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \frac{x^2}{2'} \frac{1}{F'(a)} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \frac{x^3}{3} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \cdots$$

Or, l'équation (1) se déduit de l'équation (2), en posant dans cette dernière $x = -F(a)$. Par conséquent, la fonction $\varphi(\zeta)$ d'une racine ζ de l'équation (1) s'obtiendra en posant $x = -F(a)$ dans la formule (S_1).

D'où la formule (S) :

$$(S) \qquad \varphi(\zeta) = \varphi(a) - \frac{F(a)}{1} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} + \frac{[F(a)]^2}{2'} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} - \frac{[F(a)]^3}{3} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} \pm \frac{[F(a)]^n}{n} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \cdots \frac{d}{da} \frac{\varphi'(a)}{F'(a)} \pm$$

et aussi la formule (T), pour le calcul d'une racine ζ de l'équation (1):

$$(T) \qquad \zeta = a - \frac{F(a)}{1'} \frac{1}{F'(a)} + \frac{[F(a)]^2}{2'} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} - \frac{[F(a)]^3}{3'} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{(F'a)} + \cdots$$

Nous démontrerons plus loin que la série (S) est absolument convergente lorsque la fonction $\varphi(\zeta)$ est continue ; par conséquent, la dérivée $\varphi_a'(\zeta)$ est continue ; or, cette dérivée est nulle ; d'où la proposition suivante :

La fonction $\varphi(\zeta)$ de a, représentée par la série (S), est constante, lorsqu'elle est continue.

Voici l'interprétation géométrique du calcul d'une racine à l'aide de la série (T) :

Digitized by Google

Soit la courbe C(Z,X), représentée par l'équation :

$$F(Z) - F(a) = X + x.$$

La série T fournit l'abscisse ζ d'un point de rencontre de cette courbe avec l'axe des X, dans l'hypothèse $x = -F(a)$.

Considérons ensuite la courbe parabolique, représentée par l'équation :

$$\zeta = a + \frac{X+x}{1'} z'_a + \frac{(X+x)^2}{2'} z''_a + \ldots + \frac{(X+x)^n}{n'} z^{(n)}_a$$

et posons $x = -F(a)$.

La courbe C_1 représentée par cette équation admet avec la courbe C, au point $z = a$, $x = -F(a)$, un contact d'ordre n. L'abscisse ζ_1 de l'un des points de rencontre de cette courbe avec l'axe des z est donnée par la formule :

$$\zeta_1 = a - \frac{F(a)}{1} \frac{1}{F'(a)} + \frac{F(a)}{2'} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} - \ldots$$
$$+ \frac{[F(a)]^n}{n'} \frac{1}{F'(a)} \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)} \ldots \frac{d}{da} \frac{1}{F'(a)}.$$

Le point ζ est donc la limite des abscisses ζ_1 à l'origine des courbes osculatrices telles que C_1, lorsque leur ordre de contact avec la courbe C, au point $z = a$, $x = -F(a)$, croît au delà de toute limite.

CONDITIONS DE CONVERGENCE DE LA SÉRIE S

Nous distinguerons dans ce qui suit trois catégories de points critiques :

Les points critiques (z), racines de l'équation :

$$F'(z) = 0;$$

Les points critiques (a), dépendant du système :

$$F(z) - F(a) = 0, \qquad F'(z) = 0;$$

Les points critiques (x), résultant du système :

$$F(z) - F(a) = x, \qquad F'(z) = 0;$$

les points critiques (z) font partie du groupe des points critiques (a).

Les fonctions $F(z)$ et $\varphi(z)$ seront supposées monodrones et continues; de plus, nous admettrons que les fonctions $F(z)$ et $F'(z)$ n'aient pas de zéros communs.

Digitized by Google

Cela posé, r désignant le plus petit des modules des points critiques (x), nous allons établir le théorème (1).

THÉORÈME (1). — Pour que la série S_1 soit convergente pour toutes les valeurs de a, dont le module ρ est compris entre ρ_1 et ρ_2, ces deux derniers modules comprenant le module R d'une seule racine ζ de l'équation $F(z) = 0$, il faut et il suffit :

Primo. Que les modules ρ_1 et ρ_2 ne comprennent aucun module de points critiques (a) ;

Secundo. Que, pour toutes ces valeurs de a, on ait la condition :

$$(1) \qquad \text{mod. } F(a) < r.$$

En effet, la série (3) est convergente pour les valeurs de x, dont les modules sont moindres que r. Il y a toutefois exception, lorsque l'origine est un point critique (x); ce qui a lieu pour les valeurs de a convenant au système :

$$F(z) - F(a) = 0, \qquad F'(z) = 0.$$

Or, la série S_1 se déduit de la série (3) en posant $x = F(a)$. Donc, pour que la série S soit convergente, il faut et il suffit :

Primo. Que le module de a, en variant d'une façon continue de ρ_1 à ρ_2, ne devienne jamais égal au module d'un point critique (a) ;

Secondo. Que, pour toutes ces valeurs de a, on ait la condition :

$$(1) \qquad \text{mod. } F(a) < r.$$

L'étude de la fonction $\varphi(\zeta)$ de a se trouve ainsi ramenée à la résolution de l'inégalité (1).

Soient $z_1, z_2 \ldots z_{n1}, z_p$ les points critiques (z) ; on satisfera à l'inégalité (1), à l'aide des valeurs de a, convenant à la fois aux inégalités (2) :

$$(2) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \text{mod. } F(a) < \text{mod. } [F(z\ ) - F(a)] \\ \text{mod. } F(a) < \text{mod. } [F(z_2) - F(a)] \\ \\ \text{mod. } F(a) < \text{mod. } [F(z_n) - F(a)] \\ \\ \text{mod. } E(a) < \text{mod. } [F(z_p) - F(a)] \end{array} \right.$$

Ou bien, en supposant que $F(z_k)$ soit celle des fonctions $F(z\ ), F(z_2) \ldots F(z_k), \ldots F(z_p)$ dont le module est le moindre, il suffira de satisfaire à l'inégalité (4) ;

$$(4) \qquad \text{mod. } F(a) < \frac{1}{2} \text{ mod. } F(z_k);$$

Digitized by Google

le module de la fonction $F(z_k)$ s'obtient à l'aide de la résultante :

$$(5) \qquad \psi(y) = 0,$$

du système,

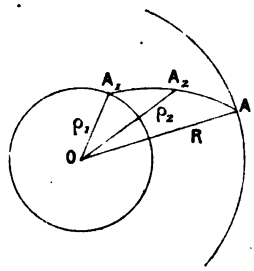
$$F(z) = y, \qquad F'(z) = 0.$$

On peut substituer au module de la fonction $F(z_k)$ la limite inférieure, l, des modules de l'équation (5); l'inégalité (4) donne ainsi lieu à l'inégalité (6) :

$$(6) \qquad \text{mod. } F(a) < \frac{1}{2} l.$$

Le théorème suivant va nous permettre de déterminer deux limites, l'une par défaut, l'autre par excès du rayon de convergence de la série S.

Théorème (2). — Trois points A_1, A_2, A *(fig. 1)* de modules $\rho_1 < \rho_2 < R$, parmi lesquels se trouve un point racine A de la fonction F(Z), étant donnés dans un plan; cette fonction supposée monodrome et continue, pour tous les points situés dans la couronne $(\rho_1 R)$; il existe un arc de courbe réel et continu d'ordonnée ρ croissante de ρ_1 à R, passant par les points A_1, A_2, A tel que le module U de la fonction F(Z), pour tous les points de cet arc, admette uniquement pour valeurs limites des solutions faisant partie des points critiques de cette fonction.



Posons en effet :

$$U = \text{mod. } F(Z) = [X^2 + Y^2]^{\frac{1}{2}};$$

X et Y sont des fonctions des coordonnées x, y, et soit

$$(1) \qquad \varphi(x, y) = 0$$

l'équation de l'arc AA_1; on pourra aussi construire cet arc à l'aide d'une suite continue de valeurs réelles et simultanées de X et Y, soit :

$$(2) \qquad \Psi(X, Y) = 0$$

son équation.

Les valeurs limites de U dépendent des équations :

$$(3) \qquad \frac{1}{2} U'_\rho = \frac{1}{U}\left[(XX'_x + YY'_x)x'_\rho + (XX'_y + YY'_y)y_\rho\right] = 0.$$

$$(4) \qquad \Psi'^\rho(XY) = (\Psi'_X X'_x + \Psi'_Y Y'_x)x'_\rho + (\Psi'_X X_y + \Psi'_Y Y_y)y'_\rho = 0.$$

Digitized by Google

D'où l'équation :

$$(5) \qquad (X'_x Y'_y - X'_y Y'_x)(Y\Psi'_X - X\Psi'_Y) = 0,$$

qui donne lieu aux suivantes :

$$(6) \qquad X'_x Y'_y - X'_y Y'_x = 0, \qquad (7) \quad Y\Psi'_X - X\Psi'_Y = 0.$$

L'équation (6) fournit les points critiques (z) ; l'équation (7), associée à l'équation (2), fait connaître les autres points limites. On sera certain que les solutions du système (2) et (7) ne conviennent pas, si pour de tels points $\frac{1}{2} U'_\rho$ ne change pas de signe.

$$\text{Or,} \qquad \frac{1}{2} U'_\rho = \frac{(X'^2_x + Y^2_x)(X\Psi'_Y - Y\Psi'_X)(dx^2 + dy^2)}{\left[(\Psi'_X X'_x + \Psi'_Y Y'_x)^2 + (\Psi'_X X'_y + \Psi'_Y Y'_y)\right]^{\frac{1}{2}} U d\rho};$$

donc le signe de U'_ρ dépend de celui de $X\Psi'_Y - Y\Psi'_X$;

Cette dernière fonction ne changera pas de signe si elle est exprimable en fonction de $\Psi(X, Y)$, ce qui donne lieu à l'équation :

$$(8) \qquad X\Psi'_Y - Y\Psi'_X = \Xi(\Psi),$$

pourvu que $\Xi(\Psi)$ conserve toujours le même signe.

Il est toujours possible de satisfaire à cette dernière condition.

L'intégrale de l'équation (8) :

$$\int \frac{d\Psi}{\Xi\Psi} = \Pi(U) - \arcsin \frac{X}{U}, \qquad U = [X^2 - Y^2]^{\frac{1}{2}}$$

nous montre que la force Ψ dépend d'une fonction arbitraire $\Pi(U)$, qui permet de satisfaire aux conditions de l'énoncé.

Ce théorème établi : observons que la fonction positive U est nulle pour $\rho = R$; de $\rho = \rho_1$ à $\rho = R$, le long du chemin A_1A, elle ne passe par aucune valeur limite et décroît par conséquent. Donc, si pour $\rho = \rho_1$ la condition $U < \frac{1}{2} l$ est satisfaite, elle se vérifiera à plus forte raison pour $\rho = \rho_2$. D'où le théorème suivant :

Théorème (3). — Si l'inégalité :

$$(1) \qquad \text{mod. } F(a) < \frac{1}{2} l$$

Digitized by Google

est satisfaite pour une valeur a_1, de module ρ_1, de la variable ∞ ; et si, en même temps, le module ρ_1 et celui R d'une racine ζ de l'équation $F(z) = 0$, ne comprennent aucun module de points critiques (z). L'inégalité (1) sera satisfaite pour toutes les valeurs de a dont le module est compris entre ρ_1 et R.

De ce qui précède, pour définir la fonction $\varphi(\zeta)$ de a, on détermine les modules α, des points critiques (a), à l'aide des deux équations :

$$F(z) - F(a) = 0, \qquad F'(z) = 0;$$

soient α_1 et α_2, $\alpha_1 < \alpha_2$ les deux rayons de la couronne qui contient le point racine ζ.

Soit l la limite inférieure des modules de y, calculée à l'aide de la résultante du système :

$$F(z) = y, \qquad F'(z) = 0.$$

L'inégalité :

$$\text{mod. } F(a) < \frac{1}{2} l$$

permet de déterminer deux limites ρ_1 et ρ_2 du rayon de convergence de la série; ces limites doivent être choisies de façon à satisfaire aux inégalités :

$$\alpha_1 < \rho_1 < R < \rho_2 < \alpha_2 \qquad R = \text{mod. } \zeta.$$

La fonction $\varphi(\zeta)$ de a est à la fois monodrone continue et constante pour tous les points compris entre les deux cercles de rayon ρ_1 et ρ_2.

La série (S), dans l'hypothèse $a = \alpha$, α étant un zéro simple de la fonction $F(z) - F(0)$, devient identique à celle de Lagrange.

En effet, dans cette hypothèse, l'équation (2) donne lieu à l'équation (3) :

$$(3) \qquad F(z) - F(0) = x.$$

D'où, en faisant $x = -F(0)$ dans la série S_2, et remarquant que pour $x = 0$ l'équation (3) donne la solution $z = \alpha$, on obtient, lorsque cette série est convergente, la fonction $\varphi(\zeta)$ d'une certaine racine ζ de l'équation :

$$F(z) = 0$$

à l'aide de la formule :

$$(S) \qquad \varphi(\zeta) = \varphi(\alpha) \pm \sum \frac{[F(\alpha)]^n}{n'} \frac{1}{F'(\alpha)} \frac{d}{d\alpha} \frac{1}{F'(\alpha)} \frac{d}{d\alpha} \frac{\varphi'(\alpha)}{F'(\alpha)},$$

car

$$F(0) = F(\alpha).$$

Digitized by Google

D'autre part, en posant $f(z) = \frac{z - \alpha}{F(z) - F(o)}$, l'équation (3) donne lieu à l'équation :

$$(4) \qquad z = \alpha + xf(z).$$

La série de Lagrange pour $x = -F(0) = -F(\alpha)$, permet de calculer la fonction $\varphi(\zeta)$ d'une certaine racine de l'équation (4) qui, dans cette hypothèse, se réduit à l'équation :

$$F(z) = 0,$$

et l'on a la formule:

$$(4) \qquad \varphi(\zeta_1) = \varphi(\alpha) \pm \sum \frac{[F(\alpha)]^n}{n} d^{n-1}[f(\alpha)]^n \varphi'(\alpha).$$

Or, les fonctions $\varphi(\zeta)$ et $\varphi(\zeta_1)$ admettent les mêmes points critiques (x), déterminés par les deux équations

$$F(z) - F(0) = x, \qquad F'(z) = 0.$$

Donc les deux séries (S) et (4), lorsqu'elles sont convergentes, sont identiques, car elles proviennent d'une même valeur de x.

II

Développement en série d'une fonction $\varphi(\zeta)$, en fonction de la variable τ, d'une racine ζ, de l'équation à deux variables:

$$(1) \qquad F(z_1\tau) = 0.$$

On commence par développer en fonction d'un paramètre arbitraire a, à l'aide de la série (S), la fonction $\varphi(\zeta)$, d'une racine ζ de l'équation (1), la variable τ supposée constante.

La relation (2) :

$$(2) \qquad \text{mod. } F(a_1\tau) < \frac{1}{2} \text{ mod. } F(z_k, \tau)$$

dans laquelle la fonction $F(z_k\tau)$ est celle des fonctions $F(z_1,\tau)$, $F(z_2,\tau)$, ... $F(z_k,\tau)$, ... $F(z_p,\tau)$ de module minimum, z_1, z_2 ... z_k, ... z_p étant les racines de l'équation :

$$(3) \qquad F'_z(z,\tau) = 0,$$

est l'une des conditions de convergence.

Digitized by Google

Les points critiques (a) sont déterminés par l'équation :

$$(4) \qquad \psi(a_1\tau) = 0,$$

résultante du système :

$$F(z,\tau) - F(a,\tau) = 0, \qquad F'_z(z,\tau) = 0.$$

Cela posé : faisons varier τ à chaque valeur de τ correspond un minimum des modules de chacune des fonctions $F(z_k,\tau)$. On sera sûr de satisfaire à la condition (2), à l'aide du minimum des minimorum de ces modules. Pour l'obtenir, il faudra d'abord égaler à zéro la dérivée de la fonction $F(z,\tau)$ dans laquelle z s'exprime à l'aide de l'équation (3) ; d'où l'équation :

$$F'_z(z,\tau)z'_\tau + F'_\tau(z,\tau) = 0,$$

et en tenant compte de l'équation (3), on obtient l'équation :

$$(5) \qquad F'_\tau(z,\tau) = 0.$$

Par conséquent, le module de la racine, de plus petit module, de l'équation (5) :

$$(5) \qquad X(z) = 0$$

résultante du système :

$$F'_z(z,\tau) = 0, \qquad F'_\tau(z,\tau) = 0, \qquad F(z,\tau) = x$$

sera le plus petit de tous. Soit l une limite inférieure des modules des racines de l'équation (5) ; l est une constante : on est sûr de satisfaire à l'inégalité (2), quel que soit τ, à l'aide de la suivante :

$$(6) \qquad \text{mod. } F(a,\tau) < \frac{1}{2}\, l.$$

Les variables a et τ ont, jusqu'à présent, été regardées comme indépendantes l'une de l'autre ; les calculs des divers termes de la série effectués, on sera en droit d'établir une relation entre ces variables.

Posons $a = f(\tau)$, la fonction $f(\tau)$ supposée olomorphe, substituant dans la série et dans les relations (4) et (6).

Nous obtenons de la sorte une fonction $\varphi(\zeta)$ de τ.

Digitized by Google

L'équation :

$$(7) \qquad \psi(f(\tau),\tau) = 0$$

fournit les points critiques (τ) de cette fonction la condition :

$$(8) \qquad \text{mod. } F(f(\tau),\tau) < \frac{1}{2} l$$

est celle de la convergence.

Par conséquent, en suivant la règle donnée pour la série (S) :

Soient τ_1 et τ_2, $\tau_1 < \tau_2$, les deux rayons de la couronne qui contient le point racine ζ.

La condition (8) permet de déterminer deux limites, ρ_1 et ρ_2, du rayon de convergence ; ces limites doivent être choisies de façon à satisfaire aux inégalités :

$$\tau_1 < \rho_1 < R < \rho_2 < \tau_2 \qquad R = \text{mod. } (\zeta).$$

La fonction $\varphi(\zeta)$ de τ est à la fois monodrone, continue et constante, pour tous les points compris entre les deux cercles de rayon ρ_1 et ρ_2.

M. Auguste FABRE

à Paris.

DÉVELOPPEMENT EN SÉRIE DES INTÉGRALES DES ÉQUATIONS DIFFÉRENTIELLES LINÉAIRES

— Séance du 10 août 1894 —

Soit :

$$(1) \quad y^{(n)} = a_{01}y^{(n-1)} + a_{02}y^{(n-2)} + a_{03}y^{(n-3)} + \ldots + a_{0p}y^{(n-p)} + \ldots + a_{0n}y$$

une équation linéaire sans terme en $y^{(0)}$; x_0 et x deux points situés dans une même couronne circulaire relative à deux points singuliers de modules consécutifs. Les dérivées successives de la fonction y de x seront développables à l'aide de la série de Taylor par rapport aux puissances ascendantes

Digitized by Google

de la différence $x_0 - x$; et l'on aura la formule (2) :

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} y_0^{(n-1)} &= y^{(n-1)} + \frac{x_0 - x}{1'}\, y^{(n)} + \frac{(x_0 - x)^2}{2'}\, y^{(n+1)} + \ldots \\ &+ \frac{(x_0 - x)^p}{p'}\, y^{(n+p)} + \frac{(x_0 - x)^{p+1}}{(p+1)'}\, y^{(n+p+1)} + \ldots \end{aligned}\right.$$

dans laquelle y_0 et y désignent les valeurs de la fonction correspondantes aux valeurs x_0 et x de la variable.

La dérivée $y^{(n+p)}$ dans cette formule peut être mise sous la forme (3) :

$$(3)\quad y^{(n+p)} = a_{p1}y^{(n-1)} + a_{p2}y^{(n-2)} + a_{p3}y^{(n-3)} + \ldots + a_{p(n-1)}y' + a_{pn}y$$

Posons en effet :

$$(4)\quad \left\{\begin{aligned} y^{(n+p-1)} &= a_{(p-1)1}y^{(n-1)} + a_{(p-1)2}y^{(n-2)} + a_{(p-1)3}y^{(n-3)} + \ldots \\ &+ a_{(p-1)(n-1)}y' + a_{(p-1)n}y\,; \end{aligned}\right.$$

dérivons les deux membres de l'équation (4) ; nous obtenons, en tenant compte de l'équation (1), la formule (5) :

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} y^{(n+p)} &= \left(a'_{(p-1)1} + a_{(p-1)1}a_{01} + a_{(p-1)2}\right)y^{(n-1)} \\ &+ \left(a'_{(p-1)2} + a_{(p-1)1}a_{02} + a_{(p-1)3}\right)y^{(n-2)} \\ &+ \left(a'_{(p-1)3} + a_{(p-1)1}a_{03} + a_{(p-1)4}\right)y^{(n-3)} \\ &+ \left(a'_{(p-1)4} + a_{(p-1)1}a_{04} + a_{(p-1)5}\right)y^{(n-4)} \\ &+ \left(a'_{(p-1)n} + a_{(p-1)1}a_{n/}\right)y \end{aligned}\right.$$

Identifiant les formules (3) et (5), on obtient pour les expressions des divers coefficients de $y^{(n+p)}$ les formules (6) :

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} a_{p1} &= a'_{(p-1)1} + a_{(p-1)1}a_{01} + a_{(p-1)2} \\ a_{p2} &= a'_{(p-1)2} + a_{(p-1)1}a_{02} + a_{(p-1)3} \\ a_{p3} &= a'_{(p-1)3} + a_{(p-1)1}a_{03} + a_{(p-1)4} \\ a_{p4} &= a'_{(p-1)4} + a_{(p-1)1}a_{04} + a_{(p-1)5} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ a_{pn} &= a'_{pn} \quad + a_{(p-1)1}a_{0n} + 0 \end{aligned}\right.$$

Substituant dans la formule (2), on obtient l'équation

$$(7)\quad -y_0^{(n-1)} + Z_1y^{(n-1)} + Z_2y^{(n-2)} + \ldots + Z_py^{(n-p)} + \ldots Z_ny = 0$$

d'ordre $n - 1$, dans laquelle x_0 et y_0 sont des constantes ; cette équation est l'intégrale première de l'équation (1).

Digitized by Google

$Z_1, Z_2, \ldots Z_n$ sont des fonctions que l'on calcule à l'aide des formules (8) :

$$(8)\quad \begin{cases} Z_1 = 1 + \dfrac{(x_0 - x)}{1'} a_{01} + \dfrac{(x_0 - x)^2}{2'} a_{11} + \dfrac{(x_0 - x)^3}{3'} a_{21} + \ldots \\ \qquad + \dfrac{(x_0 - x)^p}{p'} a_{p1} + \ldots \\ Z_2 = \dfrac{(x_0 - x)}{1'} a_{02} + \dfrac{(x - x)^2}{2'} a_{12} + \dfrac{(x_0 - x)^3}{3'} a_{22} + \ldots \\ \qquad + \dfrac{(x_0 - x)^p}{p'} a_{p2} + \ldots \\ Z_3 = \dfrac{(x_0 - x)}{1'} a_{03} + \dfrac{(x_0 - x)^2}{2'} a_{13} + \dfrac{(x_0 - x)^3}{3'} a_{23} + \ldots \\ \qquad + \dfrac{(x_0 - x)^p}{p'} a_{p3} + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ Z_n = \dfrac{(x_0 - x)}{1} a_{0n} + \dfrac{(x_0 - x)^n}{2} a_{1n} + \dfrac{(x_0 - x)^n}{n'} a_{2n} + \ldots \\ \qquad + \dfrac{(x_0 - x)^p}{p} a_{pn} + \ldots \end{cases}$$

Les formules (8) vont nous permettre, à l'aide des transformations suivantes, d'obtenir l'intégrale générale de l'équation (1).

§ 2.

Soit :

$$(A)\quad y_0^{(n)} + z_1 y^{(n-1)} + z_2 y^{(n-2)} + \ldots z_p y^{(n-p)} + \ldots + z_n y = 0$$

l'intégrale première de l'équation (A)' :

$$(A)'\quad y^{(n)} - a_{01} y^{(n-1)} - a_{02} y^{(n-2)} - \ldots - a_{0n} y = 0.$$

Si on dérive l'équation (A) et qu'on identifie avec l'équation (A)', on obtient les relations (1) :

$$(1)\quad \begin{cases} z'_1 + z_2 = - a_{01} z_1 \\ z'_2 + z^3 = - a_{02} z_1 \\ z'_3 + z_4 = - a_{03} z_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ z'_{p-1} + z_p = - a_{0\,p-1} z_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ z'_{n-1} + z_n = - a_{0(n-1)} z_1 \\ z'_n = - a_{0n} z_1 \end{cases}$$

Digitized by Google

Le système (1) est équivalent à un système composé, de n équations linéaires d'ordre n, en $z_1, z_2, z_3 \ldots z_p \ldots z_n$, que nous appellerons transformées de l'équation (A)'.

Soit (B)' l'équation en z_p, :

$$\text{(B)}' \qquad z_p^{(n)} + b_{01} z_p^{(n-1)} + b_{02} z_p^{(n-2)} \ldots b_{0n} z_p = 0$$

et (B) l'équation intégrale première :

$$\text{(B)} \qquad z_{0p}^{(n)} + y_1 z_p^{(n-1)} + y_2 z_p^{(n-2)} + \ldots + y_n z_p = 0.$$

Ces deux équations donnent lieu aux relations (2) :

$$(2) \left\{ \begin{array}{l} y'_1 \quad + y_2 = - b_{01} y_1 \\ y'_2 \quad + y_3 = - b_{02} y_1 \\ y'_3 \quad + y_4 = - b_{02} y_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ y'_{p-1} + y_p = - b_{0(p-1)} y_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ y'_{n-1} + y_n = - b_{0(n-1)} y_1 \\ \qquad\quad y'_n = - b_{0n} y_1 \end{array} \right.$$

Le système (2) est équivalent à un système composé de n équations linéaires d'ordre n, en $y_1, y_2, y_3 \ldots y_p \ldots y_n$.

Soit $$(C) = (y_p) = 0$$

l'équation en y_p.

Or, on passe du système d'équations

$$\begin{array}{c} (A)'(A)(1)(B)' \\ (B)'(B)(2)(C) \end{array}$$

au système en changeant y en z et a en b.

Donc, l'équation (C) s'obtiendra en changeant dans l'équation (B)' z en y et b en a.

D'où l'équation :

$$(y_p) = y_p^{(n)} + a_{01} y_p^{(n-1)} + a_{02} y_p^{(n-2)} + \ldots + a_{0n} y_n = 0.$$

On peut donc énoncer le théorème suivant :

Une équation linéaire d'ordre n (A)' étant donnée, si on forme à l'aide des relations (1) la transformée (B)' en z_p, le coefficient y_p de l'intégrale première (B) de cette transformée est une racine de l'équation (A)'.

Digitized by Google

D'où la règle suivante, pour former l'intégrale générale, de l'équation (A)' :

On forme les transformées en $z_1, z_2, \ldots z_p \ldots z_n$ de l'équation (A)', et leurs intégrales premières respectives $(z_1), (z_2), \ldots (z_p) \ldots (z_n)$: soit y_1 le coefficient de $z_1^{(n-1)}$ dans (z_1), y_2 celui de $z_2^{(n-2)}$ dans $z_2, \ldots y_p$ celui de $z_p^{(n-p)}$ dans $(z_p) \ldots y_n$ celui de z_n dans (z_n) : on a pour l'intégrale générale la formule (I) :

$$\text{(I)} \qquad y = \lambda_1 y_1 + \lambda_2 y_2 + \ldots \lambda_p y_p + \ldots + \lambda_n y_n.$$

APPLICATIONS

Soit à former l'intégrale générale de l'équation de second ordre (A) :

$$\text{(A)} \qquad y'' + A_1 y' + A_2 y = 0$$

Les transformées sont fournies par les deux équations :

$$z'_1 + z_2 = A_1 z_1, \qquad z'_2 = A_2 z_1$$

et donnent lieu aux équations (1) et (2) :

$$(1) \quad z''_1 - A_1 z'_1 + (A_2 - A'_1) z_1 = 0, \quad (2) \quad z''_2 - \left(\frac{A'_2}{A_2} + A_1\right) z'_2 + A_2 z_2 = 0 ;$$

nous les représenterons par l'équation (4) :

$$(4) \qquad z'' - a_{01} z' - a_{02} z = 0.$$

Soit :
$$y_1 z'_1 + y_2 z'_2 + \text{constante} = 0$$

l'intégrale première de l'équation (4) ; les fonctions y_1 et y_2 sont données par les séries (z_1) (z_2) :

$$(z_1) \quad y_1 = 1 + \frac{x_0 - x}{1'} a_{01} + \frac{(x_0 - x)^2}{2'} a_{11} + \frac{(x_0 - x)^3}{3'} a_{21} + \ldots$$

$$(z_2) \quad y_2 = \frac{x_0 - x}{1'} a_{02} + \frac{(x_0 - x)^2}{2'} a_{12} + \frac{(x_0 - x)^3}{3'} a_{22} + \ldots$$

dont on obtient les coefficients à l'aide des formules (5) et (6) :

$$(5) \left\{ \begin{array}{l} a_{01} = a_{01} \\ a_{11} = a_{01}^2 \quad + a'_{01} + a_{02} \\ a_{21} = a_{11} a_{01} + a'_{11} + a_{12} \\ a_{31} = a_{21} a_{01} + a'_{21} + a_{22} \\ a_{41} = a_{31} a_{01} + a'_{31} + a_{32} \end{array} \right. \qquad (6) \left\{ \begin{array}{l} a_{02} = a_{02} \\ a_{12} = a_{01} a_{02} + a'_{02} \\ a_{22} = a_{11} a_{02} + a'_{12} \\ a_{32} = a_{21} a_{02} + a'_{22} \\ a_{42} = a_{31} a_{02} + a'_{32} \end{array} \right.$$

Digitized by Google

Les fonctions y_1 et y_2 seront deux solutions particulières de l'équation (A); si les coefficients de l'équation (4) sont pour la série (z_1) égaux à ceux de l'équation (1), et pour la série (z_2) égaux à ceux de l'équation (2).

Par conséquent, pour la série (z_1) on devra poser :

$$a_{01} = A_1, \qquad a_{02} = A'_1 - A_2$$

et pour la série (z_2) on devra poser :

$$a_{01} = \frac{A_2}{A_2} + A_1, \qquad a_{02} = -A_2.$$

L'intégrale générale de l'équation (A) est donnée par la formule :

$$y = \lambda_1 y_1 + \lambda_2 y_2.$$

M. COCCOZ

Commandant d'artillerie en retraite, à Paris.

CONSTRUCTION DES CARRÉS MAGIQUES AVEC DES NOMBRES NON CONSÉCUTIFS. — RAPPEL DE QUELQUES MÉTHODES DE FRENICLE, DE FERMAT, DE SAUVEUR. — CARRÉS COMPOSANTS DES CUBES MAGIQUES DE 7 DU RÉV. FROST. — CARRÉS IMPAIREMENT PAIRS MAGIQUES AUX DEUX PREMIERS DEGRÉS. — ÉGALITÉS A CINQ DEGRÉS. [Q L b α].

— Séance du 10 août 1894. —

Les sept carrés planétaires des Anciens ne comportaient que des nombres consécutifs. Les auteurs plus modernes, tels qu'Agrippa, Albert Dürer, Bachet, Moschopule, etc., etc., qui reproduisirent ces carrés, ou bien imaginèrent des procédés pour en obtenir de semblables, n'apportèrent que des variantes aux arrangements de ces mêmes nombres (*). Ce fut seulement en faisant des applications de la méthode dite générale créée par Fermat et Frenicle, c'est-à-dire celle des enceintes, et plus tard pour

(*) Le carré de la villa Albani à Rome, qui a été tracé sur une plaque de marbre en 1766, est, composé des nombres de 1 à 81.

Digitized by Google

résoudre certains problèmes que présente la construction des cubes magiques que l'on dut mettre en œuvre des suites de nombres, interrompues quelquefois très irrégulièrement.

On sait que certaines conditions ne peuvent être satisfaites numériquement sans la rupture de la régularité des suites de nombres employés. Pour citer un exemple, il est impossible, avec trente-six éléments consécutifs, d'obtenir un carré à quartiers égaux, ou qui ait la propriété de ceux auxquels E. Lucas a donné le nom de diaboliques, et que possèdent quarante-huit carrés marqués α dans la table de Frenicle, ainsi que les impairs que l'on fait par certaines méthodes, notamment celle des indices de Joseph Sauveur (*).

CARRÉ DE 3 DE BASE, DE COTÉ OU DE RACINE

Les méthodes les plus connues sont souvent mises en défaut par certaines irrégularités dans la suite des nombres que l'on se propose de disposer en carré magique; mais, quelquefois ces irrégularités ne sont qu'apparentes ; ainsi, pour le carré élémentaire fait avec les neuf premiers chiffres, Frenicle se servait de la méthode de Bachet et à la page 211 de son mémoire ayant pour objet la construction des carrés magiques, au sujet des nombres non consécutifs avec lesquels on peut faire le carré de même base, on lit : ... il suffit qu'ils soient en progression arithmétique et qu'ils se surmontent l'un l'autre d'un excès toujours égal, comme 2 5 8 11 14 17, etc., etc., ou 4 9 14 19 24, etc., etc. Cependant, des vingt-six exemples de carrés de 5 à enceinte que présente ce mémoire, huit ont pour noyau 2 5 8 10 13 16 18 21 24, dont les termes ne se surmontent pas également, et l'on réussit très bien un carré de 3 avec 6 15 16 24 25 26 34 35 44, qui s'écartent davantage de la règle formulée par l'illustre savant. Cela devient évident par l'arrangement de ces nombres en une table d'addition de trois rangées :

6	15	24	d'où le carré,
16	25	34	
26	35	44	

34	26	15
6	25	44
35	24	16

Quand on construit avec enceinte, dans les conditions ordinaires, le carré de 5 de base, on dispose de vingt-six noyaux différents dont neuf

(*) Il en est de même de tous les carrés impairement pairs.

Digitized by Google

ont des éléments qui, dans l'ordre naturel, ne sont pas en progression arithmétique. M. Huber a calculé 605 de ces carrés, parmi lesquels sept ont leur enceinte, magique aux deux premiers degrés.

D'une manière générale, il est bon d'essayer de former une table d'addition avec les nombres non consécutifs imposés ou proposés pour entrer dans la composition d'un carré magique, parce que la réussite de la formation de la table entraîne celle du carré.

CARRÉ DE 4

On sait qu'une table peut être résumée en deux lignes de nombres qui, en s'ajoutant, reproduisent ceux dont elle est composée.

Voici quelques exemples de suites irrégulières qui sont susceptibles d'un meilleur arrangement, comme l'indiquent les deux lignes inscrites au-dessous de chacune d'elles.

RÉSUMÉ DE TABLE D'ADDITION

A

1	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15
16	18	19	20

1	6	7	8
0	4	8	12

B

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	19	20

1	2	7	8
0	2	4	2

C

1	5	7	11
14	17	20	23
25	29	31	35
38	41	44	47

1	5	14	17
0	6	24	30

D

1	3	4	5
6	7	8	9
10	11	12	14
15	17	18	20

1	3	4	6
0	4	8	14

E

1	5	6	8
9	10	11	12
13	14	15	16
18	19	20	23

1	5	9	13
0	5	7	10

Digitized by Google

CARRÉS MAGIQUES CORRESPONDANTS

1	19	12	14
16	10	13	7
18	8	15	5
11	9	6	20

6	1	20	9
3	19	2	12
13	11	4	8
14	5	10	7

14	47	11	25
7	29	17	44
41	20	31	5
35	1	38	23

1	11	20	8
18	10	8	9
7	15	12	6
14	4	5	17

11	10	16	13
18	19	5	8
9	20	6	15
12	1	23	14

De ce que seize nombres ne se prêtent pas à des arrangements semblables aux précédents, on ne doit pas en inférer qu'ils ne sont point susceptibles d'être mis en carré magique.

L'appendice qui termine la présente note montre plusieurs carrés faits à dessein avec des éléments qui progressent très irrégulièrement; l'un d'eux va nous servir d'exemple. Les seize nombres imposés sont 3 4 5 6 7 9 12 18 27 28 36 37 42 49 54 63 = 400.

On reconnaît que le chiffre le plus élevé 63 ne convient pas pour être mis en diagonale : il ne peut faire partie de trois lignes, mais seulement de deux ; soit : 63 28 6 3 ou 63 27 7 3
63 18 12 7 63 28 5 4

Avec 54, qui vient immédiatement après, on peut former les trois lignes 54 36 7 3; 54 37 5 4 et 54 28 12 6, qui sont telles qu'on y trouve, pour les mettre aux angles du carré, trois nombres qui, ajoutés à 54, donnent la constante 100. Ces nombres sont : 37 6 3 ou 36 6 4.

Le premier de ces groupes conduit aux ébauches F, G de carré qu'il est impossible de terminer faute de pouvoir former avec 63 27 18 9 restés sans emploi les couples 60 et 57 qui sont imposés par leurs correspondants 54 6 et 54 3.

Le second groupe donne le carré I qui est le résultat d'une modification bien connue et qu'il était nécessaire d'apporter à H dont toutes les lignes

Digitized by Google

ne pouvaient devenir bonnes qu'à la condition de déplacer 63 qui, nous l'avons constaté plus haut, ne peut appartenir à une diagonale.

F

54	5	4	37
28	7	—	—
12	—	36	—
6	49	42	3

G

54	5	4	37
36	28	—	—
7	—	12	—
3	49	42	6

H

54	12	28	6
5	7	27	49
37	63	3	9
4	18	42	36

I

54	7	3	36
37	12	42	9
5	18	28	49
4	63	27	6

La substitution de certains nombres à ceux d'une suite de 16 consécutifs amène des résultats qui diffèrent quelquefois des types consignés dans la table si complète de Frenicle. Exemple : les carrés B, N, P, I ont des lignes ne comprenant que des termes de même parité, ce qui ne se rencontre dans aucun des 880 de la dite table. (Voir l'appendice.)

CARRÉ DE 6

Il faut s'assurer si, parmi les nombres proposés, seize sont propres à former un carré de 4 et les vingt autres une enceinte ; ou bien si l'on peut les décomposer en trois groupes 3A + 3C + 3D. Chaque lettre A, C, D désignant la somme des quatre termes qui occupent des situations symétriques (quadrangles) dans les deux diagonales (*). Exemple : les carrés K, L, M construits par des méthodes différentes, et, pour l'indication des cellules où se doivent mettre les divers nombres, consulter le tableau en lettres qui précède les carrés K, L, M.

a	*c*	*d*	*d*	*c*	*a*
c	*d*	*a*	*a*	*d*	*c*
d	*a*	*c*	*c*	*a*	*d*
d	*a*	*c*	*c*	*a*	*d*
c	*d*	*a*	*a*	*d*	*c*
a	*c*	*d*	*d*	*c*	*a*

K

1	33	32	35	3	7
36	4	5	2	34	30
21	20	25	11	19	15
16	17	12	26	18	22
13	23	8	31	27	9
24	14	29	6	10	28

(*) Cette condition détermine entre quelles limites varie la somme des termes à placer dans quatre cellules des diagonales, angles, centre ou intermédiaires. Dans le cas ordinaire, la limite inférieure ne peut être que le tiers de la somme des 12 premiers nombres. Soit $\frac{12 \times 13}{2 \times 3} = 26$ et la supérieure $2\ (25 + 36) = 122$.

Digitized by Google

L

8	3	4	35	30	31
33	34	29	1	5	9
10	14	18	24	25	20
15	16	11	26	21	22
17	12	13	19	23	27
28	32	36	6	7	2

M

5	29	47	13	15	41
34	40	20	43	12	1
36	6	8	19	48	33
37	35	9	45	21	3
7	38	49	16	10	30
31	2	17	14	44	42

En K on voit aux angles 1 7 24 28 = 60 et dans les cellules qui correspondent à celles marquées *a* dans le tableau, on compte 2 8 19 31 = 5 17 18 20 = 60; il y a au centre 11 12 25 26 = 74 et dans les cellules correspondantes de celles désignées par la lettre C, on compte 148 précisément double de 74.

Dans le carré L on a 8 31 2 28 = 29 25 14 1 = 21 19 16 13 = 69 et 26 24 18 11 = 32 27 17 3 = 7 9 30 33 = 79.

Enfin, dans le carré M qui est à quartiers égaux et diabolique, on a 5 31 41 42 = 6 21 43 49 = 16 20 35 48 = 119 et 10 12 38 40 = 3 13 37 47 = 14 17 33 36 = 100.

Voir à l'appendice le carré Q à enceinte dont le carré intérieur de quatre est composé de nombres non consécutifs.

Il est facile de construire un carré de base impaire quand on est libre d'employer n'importe quels nombres (*); mais il n'en est pas de même quand ils sont imposés, et tels qu'aucune des méthodes connues ne leur est applicable.

CARRÉ DE 5.

Parmi les carrés de cette catégorie, celui de 5 est peut-être celui qui présente le plus de difficultés. Prenons les nombres suivants :

1	3	7	8	13	17	12	19	20	25	34	9	11	15	23
44	42	38	37	32	28						41	39	35	27

On ne peut en faire un carré ni par indices ni par enceinte; la somme se décompose en $6 \times 45 + 4 \times 50 + 110 = 580$, d'où 116 pour constante. Il convient de s'assurer des quatre lignes passant par le centre. Or,

(*) On peut même obtenir des diaboliques; il suffit de faire en nombres un carré par indices et de majorer ensuite d'une même quantité ceux inscrits dans les cellules où serait placée une des lettres employées s'il s'agissait d'un carré littéral par indices.

Digitized by Google

en y mettant n'importe lequel des vingt-cinq nombres proposés on peut former ces quatre lignes et si l'on veut essayer toutes les combinaisons possibles il est certain qu'on y perdra beaucoup de temps.

Parmi les nombres non accouplés, prenons 20 pour la cellule centrale et quatre groupes de nombres donnant avec ce chiffre la constante 116.

1° 20 1 19 32 44. 2° 20 8 12 37 39. 3° 20 7 13 35 41.
4° 20 3 17 34 42.

On peut prendre ces groupes deux à deux de six manières ; choisissons les deux premières pour les diagonales.

On sait que la somme des nombres inscrits dans ces quatre lignes est égale à quatre fois la constante C, diminuée de trois fois le nombre n mis au centre. Les huit cellules qui complètent le carré doivent donc être garnies par des nombres dont le total est exprimé par $C + 3n$. Soit, dans le carré considéré $116 + 60 = 176$.

Chaque ligne du carré étant égale à C, les quatre en bordure doivent être 4C diminuées des nombres inscrits aux angles, de sorte qu'en désignant par A la somme de ces nombres, par M la somme de ceux aux extrémités des médianes, on a $4C = 4 \times 116 = 464 = 2A + M + 176$, d'où $2A + M = 464 - 176 = 288$.

Il s'agit donc de déterminer huit nombres, pris dans ceux ci-dessus, ayant pour somme 288, afin de les inscrire aux extrémités des médianes et des diagonales.

Avec un peu d'habitude on découvrirait s'il est des nombres qui conviennent pour satisfaire à cette condition, mais les deux tableaux suivants suppléeront à de trop longues explications, qui seraient peut-être mal exprimées et fatigantes à lire.

Diagonales

	8 12	8 37	8 39	12 37	12 39	37 39
1 19	40	65	67	69	71	96
1 32	53	78	80	82	84	109
1 44	65	90	92	94	96	121
19 32	71	96	98	100	102	127
19 44	83	108	110	112	114	189
32 44	96	121	123	125	127	152

Médianes

	3 17	3 34	3 42	17 34	17 42	34 2
7 13	40	57	65	71	79	96
7 35	62	79	87	93	101	118
7 41 } 13 35 }	68	85	93	99	107	124
13 41	74	91	99	105	113	130
35 41	96	113	121	127	135	152

Le tableau des diagonales présente quatre fois le nombre 96, dont le double est 192. Celui des médianes présente deux fois le même nombre 96

Digitized by Google

qui, ajouté à 192, donne 288. On peut donc inscrire les diagonales en mettant aux extrémités de l'une 1 et 19, aux extrémités de l'autre 37 39, et terminer les deux médianes par 34 42 d'une part et 7 13 d'autre part, comme on le voit dans le carré terminé ci-contre. On abrégerait en élimi-

1	27	13	38	37
25	32	41	8	11
42	17	20	3	34
9	12	35	44	16
39	28	7	23	19

nant du tableau servant aux médianes tous les nombres impairs qui, étant ajoutés *au double* d'une somme, ne peuvent avoir pour total 288. On négligerait les solutions apparentes telles que 2×82 par $1 + 32 + 12 + 37 = 164$, et 124 par $34 + 42 + (7 + 41)$ ou $13 + 35$, parce que les nombres complétant avec 20 les diagonales sont $19 + 44 + 8 + 39 = 110$ dont le double 120 ne peut être complété par 68 inscrit au tableau des médianes, mais qui ne serait obtenu qu'avec des nombres dont on ne peut disposer deux fois $(7 + 41)$ ou $(13 + 35)$.

Ce qui précède montre ce qu'il faudrait consacrer de temps si l'on se proposait d'essayer toutes les combinaisons que peut comporter un tel problème, même en supposant que, dans le cours des opérations, on ait imaginé des procédés faisant vite reconnaître l'inutilité des essais non susceptibles de conduire à un bon résultat.

Il est évident que le tableau des médianes pourrait être pris pour celui des diagonales et *vice versa*, et que parfois, bien qu'étant parvenu à former la bordure, ayant la constante dans les diagonales et les médianes, on ne peut l'obtenir dans toutes les autres lignes : il suffirait pour le carré considéré que le couple 20, au lieu d'être composé de $17 + 3$, le fût par $18 + 2$, pour que deux verticales différassent de la constante d'une unité, l'une en plus et l'autre en moins.

CARRÉ DE 7

Le carré de 7 n'est pas soumis aux mêmes conditions que celui de 5; il n'existe aucun rapport entre les termes aux angles et celui de la cellule centrale; mais, comme quand on le fait par lettres, on en peut mettre quatre différentes dans chaque cellule, il présente certains cas remarquables, notamment quand il s'agit d'un des composants d'un cube diabolique bien fait, composé exclusivement de carrés diaboliques comme

Digitized by Google

ceux décrits par le R. A. H. Frost, M. A, dans un mémoire publié à Cambridge en 1877 (*).

Les conditions à remplir par un cube pour qu'il soit magique sont encore aujourd'hui mal définies; les petits sont les moins parfaits. On lit dans la correspondance de Fermat, qui en est très probablement l'inventeur : « Pour ce qui est des cubes, je n'en sais pas plus que M. Frenicle, pourtant je puis les ranger tous, à la charge que les diagonales des carrés que nous pouvons supposer parallèles à l'horizon sont égales au côté des carrés, ce qui n'est pas peu de chose. En attendant qu'une plus longue méditation découvre le reste, je dresserai celui de 8 10 12, si M. Frenicle me l'ordonne. »

Le cube de 7 donne des résultats plus satisfaisants; dans l'un de ceux décrits par l'auteur anglais cité plus haut, sept carrés (diaboliques) que l'on peut supposer horizontaux comprennent les nombres de 1 à 343, dont la somme est 58.996. Soit 1204 pour la constante de chaque ligne entière considérée à la surface ou à l'intérieur du cube.

Le carré 1 (face supérieure) et les six qui lui sont parallèles sont faits par la méthode des indices et voici les suites au moyen desquelles on peut, à son gré, faire chaque table d'addition ou construire les carrés :

N° 1	29	30	31	32	33	34	35	= 224	0	56	112	119	175	231	287	=	980
N° 2	36	37	38	39	40	41	42	= 273	0	56	63	119	175	231	287	=	981
N° 3	43	44	45	46	47	48	49	= 322	0	7	63	119	175	231	287	=	882
N° 4	1	2	3	4	5	6	7	= 28	0	56	112	168	224	280	236	=	1176
N° 5	8	9	10	11	12	13	14	= 77	0	56	112	168	224	280	287	=	1127
N° 6	15	16	17	18	19	20	21	= 126	0	56	112	168	224	231	287	=	1078
N° 7	22	23	24	25	26	27	28	= 175	0	56	112	168	175	231	287	=	1029

Ayant construit les sept carrés et les ayant fait tels que sept nombres situés sur une verticale quelconque donnent la constante 1204, si l'on considère les 49 qui se trouvent sur une face latérale du cube, on a un carré de l'espèce aussi diabolique, composé de nombres qui ne présentent pas entre eux les mêmes différences. Exemple celui où l'on constate 10 couples de 340, 14 de 347 et 170, ce qui ne convient point à la méthode par enceinte, ni à celle qui ne met en œuvre que deux lignes d'indices. (Voir le développement des quatre faces latérales du cube à l'appendice.)

Nous donnons ci-après un tableau qui aide à la solution du problème; il permet l'emploi de trois éléments au moyen desquels on reproduit toute la série de 1 à 343. Il a les propriétés d'une table d'addition : ses médianes et ses diagonales donnent la constante 1176, et il en est de même de toute addition de sept nombres pris à raison d'un seul dans chaque ligne, d'où la possibilité de faire un carré par les diverses méthodes :

(*) Ce mémoire a pour titre : *On the construction and properties of nasik squares and cubes of any dimensions with a description of a glass model of such cubes presented to the South Kensington Museum.*

Digitized by Google

indienne, de Brachet, Moschopule et Sauveur. En écrivant n'importe dans quel ordre les lettres A_6 B_1 C_3 D_7 E_4 F_2 G_5 affectées chacune d'un chiffre différent, puis se reportant au tableau pour y prendre les nombres qui correspondent à la fois aux lettres et aux chiffres mis en marge comme indication des lignes, on aura 245 7 112 315 175 84 238 = 1176.

Comme dans ce tableau les nombres se succèdent avec 7 de différence, on peut, sans reproduire le même nombre, ajouter à l'un d'eux depuis 1 jusqu'à 6 unités et même 7, si l'on convient de les majorer tous. L'adjonction des sept premiers chiffres qui représentent *p q r s t u v* ayant pour somme 28 fait que la constante devient 1176 + 28 = 1204.

Une ligne composée, comme il vient d'être mentionné, de majuscules prises dans chaque horizontale du tableau et accompagnées de sept petites lettres différentes peut faire partie d'un carré magique; une seconde, puis une 3e, 4e, 5e, 6e et 7e lignes appartiendront au même carré si dans toutes, les éléments sont bien disposés.

	A	B	C	D	E	F	G
1	0	7	14	21	28	35	42
2	49	56	63	70	77	84	91
3	98	105	112	119	126	133	140
4	147	154	161	168	175	182	189
5	196	203	210	217	224	231	238
6	245	252	259	266	273	280	287
7	294	301	308	315	322	329	336
	p	*q*	*r*	*s*	*t*	*u*	*v*
	1	2	3	4	5	6	7

Paradigme d'un carré à trois indices

	0	1	2	3	4	5	6
0 0 0	B_5q	G_3u	E_1r	C_6v	A_4s	F_2p	D_7t
5 2 3	F_1v	D_6s	B_4p	G_2t	E_7q	C_5u	A_3r
3 4 6	C_4t	A_2q	F_7u	D_5r	B_3v	G_1s	E_6p
1 6 2	G_7r	E_5v	C_3s	A_1p	F_6t	D_4q	B_2u
6 1 5	D_3p	B_1t	G_6q	E_4u	C_2r	A_7v	F_5s
4 3 1	A_6u	F_4r	D_2v	B_7s	G_5p	E_3t	C_1q
2 5 4	E_2s	C_7p	A_5t	F_3q	D_1u	B_6r	G_4v

D'après ce qui précède, on aura pour première ligne 205 146 31 266 151 85 320.

La méthode des indices n'étant pas très répandue, nous prendrons un exemple, celui où à la seconde ligne on voit en marge 5 2 3; il faut se reporter successivement à la première et aux indices inscrits au-dessus, chacun se rapportant aux trois éléments d'une même cellule. On voit que 5 est l'indice de F, de 2 et de *p*. Inscrit dans la première colonne, en marge du carré, 5 se rapporte à la majuscule F, 2 indice des chiffres se rapporte à 1, et 3 indice des petites lettres se rapporte à *v*. On devait donc commencer la seconde rangée du paradigme par F_1v, et, pour ache-

Digitized by Google

ver cette rangée, suivre, pour placer chaque élément, l'ordre suivi dans la ligne de tête.

Nous donnons plus loin en nombres les quatre faces latérales du cube, soit quatre carrés diaboliques dont l'un est la traduction du présent paradigme. (Voir l'appendice.)

Les quatre diagonales du cube donnent aussi la constante

205	327	50	172	294	17	139	=	263	102	333	172	11	242	81	= 1204
320	273	219	172	125	71	24	=	148	156	164	172	180	188	196	= 1204

En se servant du même tableau pour y prendre successivement les trois éléments à réunir dans chaque cellule on construirait de même les dix carrés parallèles aux faces du cube. Ils sont de composition analogue et diaboliques comme ceux précédemment décrits.

CARRÉS MAGIQUES AUX DEUX PREMIERS DEGRÉS

CARRÉ DE 8

Notre dernière communication avait pour sujet : Quelques variations que l'on peut apporter aux carrés de 8 de côté construits avec les nombres de 1 à 64, par la méthode dont nous avions fait un exposé sommaire l'année précédente. Aujourd'hui il y a lieu de mentionner que, lorsqu'il s'agit de faire les diagonales par couples égaux à 65, on peut en employant l'une des notations de Sauveur établir en lettres des diagrammes ou paradigmes évidemment magiques au premier degré pour n'importe quelles valeurs attribuées aux lettres employées. Tel est celui ci-après qui convient au second degré quand on se sert des nombres donnant comme il suit des couples égaux :

a	*b*	*c*	*d*	D	C	B	A	et	*p*	*q*	*r*	*s*	S	R	Q	P
0	8	16	24	32	40	48	56		1	2	3	4	5	6	7	8

Paradigme en lettres

DR	*dq*	cQ	B*s*	C*r*	*b*P	*ap*	AS
*c*S	C*p*	DP	*ar*	*ds*	AQ	B*q*	*b*R
bp	BS	A*s*	*d*Q	*a*P	D*r*	CR	*cq*
*d*P	D*s*	CS	*bq*	*cp*	BR	A*r*	*a*Q
A*q*	*a*R	*br*	CP	BQ	*cs*	*d*S	D*p*
CQ	*cr*	*d*R	A*p*	D*q*	*a*S	*bs*	BP
B*r*	*b*Q	*aq*	DS	AR	*dp*	*c*P	C*s*
as	AP	B*p*	*c*R	*b*S	C*q*	DQ	*dr*

Traduction en nombres de ce paradigme

38	26	23	52	43	16	1	61
21	41	40	3	28	63	50	14
9	53	60	31	8	35	45	18
32	36	45	10	17	54	59	7
58	6	11	48	55	20	29	33
47	19	30	57	34	5	12	56
51	15	2	37	62	25	24	44
4	64	49	22	13	42	39	27

Digitized by Google

Ne pouvant donner le carré avec les nombres élevés à la seconde puissance, nous ferons porter la vérification sur quelques lignes prises au hasard en remplaçant par des nombres triangulaires les huit couples de deux rangées parallèles dont les termes se complètent à 65. Soumettons à cette épreuve les deux horizontales extrêmes en substituant aux couples

$$(1^2 + 64^2) + (16^2 + 49^2) + (23^2 + 42^2) + (26^2 + 39^2) + (4^2 + 61^2) + (13^2 + 52^2) + (22^2 + 43^2) + (27^2 + 38^2)$$

les triangulaires correspondants :

$$496 + 136 + 45 + 21 + 406 + 190 + 55 + 15 = 1364$$

dont la moitié est bien 682.

La composition des diagonales est :

$$(4^2 + 61^2) + (15^2 + 50^2) + (17^2 + 48^2) + (30^2 + 35^2)$$

et $$(5^2 + 60^2) + (10^2 + 55^2) + (24^2 + 41^2) + (27^2 + 38^2)$$

et les nombres triangulaires correspondants :

$$406 + 120 + 153 + 3 = 378 + 253 + 36 + 15 = 682.$$

On a d'ailleurs égalité entre les sommes des produits des termes accouplés :

$$244 + 750 + 816 + 1050 = 300 + 550 + 984 + 1026 = 2860.$$

Dans ces conditions, on sait que l'on a aussi égalité au troisième degré.

On sait aussi que l'on peut augmenter d'une même quantité chaque terme d'une double égalité. Pour obtenir d'un paradigme plusieurs carrés, il suffira donc de changer convenablement les valeurs primitivement employées. MM. Pfefferman et Huber en ont donné plusieurs exemples, ce dernier en attribuant les valeurs de 11 à 18 aux secondes lettres et en formant avec les premières des couples égaux chacun à 70, ce qui porte les constantes à 396 et 23844.

CARRÉ DE 9, L'UN ORDINAIRE, LE SECOND A COMPARTIMENTS ÉGAUX

Le carré de 9 peut aussi être présenté au moyen de lettres sans répétition d'aucune d'elles dans les lignes principales. Antérieurement à la fin de l'année 1891 nous ne connaissions aucune méthode donnant un pareil résultat ; celles des diagonales, des indices, la mixte sont inapplicables quand on se propose d'éviter la répétition d'une même lettre dans une ligne entière. Voici les paradigmes de deux carrés : le second est en outre,

Digitized by Google.

à compartiments égaux (*). (Voir à l'appendice la traduction numérique de ces paradigmes.)

S

DQ	*b*P	M*p*	*d*S	*cs*	B*n*	CR	*aq*	A*r*
*c*S	B*s*	*b*Q	*ap*	A*q*	M*r*	*dn*	CP	DR
C*n*	DS	AR	B*r*	*dp*	*cq*	*bs*	MQ	*a*P
bq	C*r*	*as*	*c*P	BR	*d*Q	D*p*	A*n*	MS
BP	*d*R	C*q*	A*s*	M*n*	*a*S	CQ	D*r*	*bp*
M*s*	*an*	*d*P	D*q*	*br*	C*p*	AS	*c*R	BQ
A*p*	M*q*	BS	CQ	DP	*b*R	*ar*	*ds*	*cn*
dr	*cp*	D*n*	MR	*a*Q	AP	B*q*	*b*S	C*s*
*a*R	AQ	*cr*	*bn*	CS	D*s*	MP	B*q*	*dq*

T

BR	C*n*	A*r*	DQ	*dp*	MS	*bq*	*a*P	*cs*
ap	*c*Q	*b*S	B*q*	A*s*	CP	*dn*	D*r*	MR
D*s*	M*q*	*d*P	*an*	*b*R	*cr*	AQ	BS	C*p*
bn	*ar*	*c*R	AS	CQ	B*p*	MP	*ds*	D*q*
A*q*	BP	C*s*	*dr*	M*n*	DR	*c*S	*bp*	*a*Q
*d*Q	DS	M*p*	*b*P	*cq*	*as*	C*r*	AR	B*n*
*c*P	*bs*		CR	B*r*	A*n*	D*p*	M*q*	*d*S
M*r*	*d*R	D*n*	*cp*	*a*S	*b*Q	B*s*	C*q*	AP
CS	A*p*	BQ	M*s*	DP	*dq*	*a*R	*cn*	*br*

(*) M. Huber a fait comme M. Pfeffermann de ces sortes de carrés qu'un habitant des environs d'Alger, M. Portier, a cru mieux désigner en les appelant, sans qu'on sache au juste pourquoi, *satanïques*.

Digitized by Google

Ces deux paradigmes sont évidemment magiques puisque dans chaque ligne entière se voient toutes les lettres grandes et petites. Ils le seront numériquement si l'on se sert des nombres de 1 à 81 et que l'on considère comme couples égaux deux lettres analogues associées $(A + a) = (B + b)$ ainsi que $(P + p) = (Q + q)$, etc., etc., et que l'on convienne que M et n représentent les moyennes $\frac{A + a}{2}$ et $\frac{P + p}{2}$.

En remplaçant les lettres par des nombres, comme il suit, on pourra effectuer facilement la vérification des lignes dont les nombres auront été élevés à la seconde puissance:

a	*b*	*c*	*d*	M	D	C	B	A	*p*	*q*	*r*	*s*	*n*	S	R	Q	P
0	9	18	27	36	45	54	63	72	1	2	3	4	5	6	7	8	9

La première verticale (de gauche) est ainsi composée:
53 24 59 11 72 40 73 30 7 dont les carrés sont respectivement

$$2809 + 576 + 3481 + 121 + 5184 + 1600 + 5329 + 900 + 49 = 20049.$$

La verticale de droite, qui ne comprend que des nombres complémentaires de ceux inscrits à gauche, donne évidemment le même total 20049.

Les diagonales et les verticales du carré à compartiments sont toutes égales : les produits des nombres accouplés sont en effet:

$$\left.\begin{array}{r} 6 \times 76 = 456 \\ 16 \times 66 = 1056 \\ 28 \times 54 = 1512 \\ 20 \times 62 = 1240 \end{array}\right\} 4264 \quad \left.\begin{array}{r} 8 \times 74 = 592 \\ 10 \times 72 = 720 \\ 24 \times 58 = 1392 \\ 30 \times 52 = 1560 \end{array}\right\} 4264 \quad \left.\begin{array}{r} 26 \times 56 = 1456 \\ 4 \times 78 = 312 \\ 12 \times 70 = 840 \\ 36 \times 46 = 1656 \end{array}\right\} 4264 \quad \left.\begin{array}{r} 22 \times 60 = 1320 \\ 18 \times 64 = 1152 \\ 2 \times 80 = 160 \\ 34 \times 48 = 1632 \end{array}\right\} 4264$$

Il est pareillement facile de s'assurer de l'égalité aux deux degrés de tous les compartiments, et de toutes les lignes entières de ce carré.

Au lieu d'employer des lettres analogues et homologues on pourrait employer ce que Sauveur appelle des lettres générales; mais il serait moins aisé de reconnaître les différents couples et par suite le mode de formation des carrés.

CARRÉS IMPAIREMENT PAIRS MAGIQUES AUX DEUX PREMIERS DEGRÉS

CARRÉ DE 10.

Avec des nombres consécutifs, les impairement pairs ne peuvent être construits ni à quartiers égaux ni au second degré. On n'est pas parvenu encore à faire le carré de 6 de côté quand les nombres sont élevés à la deuxième puissance; mais M. Pfeffermann est en mesure de construire tous les autres.

Digitized by Google

Le suivant est fait avec 100 nombres que l'on obtient en ajoutant successivement 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13 = 70 à chacun des termes 0, 13, 26, 52, 65, 91, 104, 130, 143, 156 = 780, c'est-à-dire en ne conservant que les nombres restants d'un carré de 15 de côté quand on en a supprimé les rangées 4e, 7e, 10e dans les deux sens. Voici comment y est arrivé M. Pfeffermann en cherchant à faire à un impairement pair, l'application d'une manière de procéder qui lui avait réussi pour les carrés de 8: Si l'on cherche à former une double égalité avec les termes formant cinq couples égaux, ceux de 10, 12 et 13 ne conviennent point; mais avec ceux égaux à 15 on a trois combinaisons savoir :

1°	1	3	9	10	12	= 35	2°	1	5	6	11	12	= 35	3°	1	5	8	10	11	= 35
	13	11	5	4	2	= 35		13	9	8	3	2	= 35		13	9	6	4	3	= 35

Ayant choisi pour exemple la seconde combinaison, inscrivons-en les couples dans les colonnes de rang impair d'un tableau divisé en vingt-cinq petits carrés, puis dans les colonnes de rang pair, les compliments à 170 des petits nombres, de manière à obtenir deux rangées à sommes égales :

157 161 162 167 168 = 815
169 165 164 159 158 = 815

	1 157 13 169	5 161 9 165	6 162 8 164	11 167 13 159	12 168 2 158
52	53 105 65 117	57 109 61 113	58 110 60 112	63 115 55 107	64 116 54 106
65	66 92 78 104	70 96 74 100	71 97 73 99	76 102 68 94	77 103 67 93
130	131 27 143 39	135 31 139 35	136 32 138 34	141 37 133 29	142 38 132 28
143	144 14 156 26	148 18 152 22	149 19 151 21	154 24 146 16	155 25 145 15

En ajoutant ces dernières sommes à celles que donnent les petits nombres on pourra former une double rangée ou bande qui sera constituée par cinq compartiments égaux et à diagonales toutes égales à 170. On aura

Digitized by Google

une seconde bande en ajoutant à chaque petit nombre de la première 52 pris dans la suite génératrice commençant par zéro, et en inscrivant, en diagonale de chaque compartiment, le complément nécessaire pour former 170. Les trois bandes sont remplies en augmentant respectivement de 65, 130, 143 les nombres accouplés pour faire 14.

Le tableau résultant de ces opérations est un carré magique : chaque horizontale présente la même somme 850 ; dans les verticales de rang impair, cette constante se retrouve décomposée en 14 + 118 + 144 + 274 + 300 = 850 ; les verticales de rang pair ne peuvent évidemment donner aussi que la constante.

A la seconde puissance les 100 éléments du carré sont autrement répartis dans les bandes où l'on compte 61.004, 6.924, 1.854, 2.704, 42.414 = 139.400.

Au premier degré les propriétés du carré ne changent point si l'on permute n'importe quels compartiments d'une bande horizontale ou verticale, ou n'importe quelles bandes ; les secondes puissances ne présentent rien de semblable et si, pour la facilité des calculs, on remplace les couples par les carrés correspondants, comme nous l'avons fait maintes fois, on a, par exemple, pour le premier compartiment

$$\left.\begin{array}{ll} 1^2 + 169^2 & 7.056 \\ 13^2 + 157^2 & 5.184 \end{array}\right\} 12.240$$

et pour le second :

$$\left.\begin{array}{ll} 5^2 + 165^2 & 6.400 \\ 9^2 + 161^2 & 5.776 \end{array}\right\} 12.176$$

En opérant de même, on a pour les vingt-cinq compartiments les chiffres suivants tous différents de la moyenne 27.880 :

12.240	12.176	12.170	12.200	12.218 =	61.004
1.424	1.360	**1.354**	1.384	1.402 =	6.924
410	348	340	370	**388** =	1.854
5.480	5.416	5.410	**5.440**	5.458 =	27.204
8.522	**8.458**	8.452	8.482	8.500 =	42.414
28.076	27.756	27.726	27.876	27.966	139.400

On comprend qu'ayant la faculté de changer de place les compartiments on puisse établir l'égalité dans un sens, par exemple l'horizontal.

12.240	8,458	1.354	**5.440**	388 =	27.880
12.218	**8.522**	1.384	5.416	340 =	27.880
12.176	8.452	**1.402**	5.480	370 =	27.880
12.200	8.500	1.424	5.410	**346** =	27.880
12.170	8.482	1.360	5.458	410 =	27.880

Digitized by Google

On aurait une bonne verticale par : 12.170, 8.522, 1.402, 5.440, 346 = 27.880. Un moyen simple d'établir dans les deux sens la compensation, c'est-à-dire de constituer un semi-magique au second degré, consiste à placer les divers compartiments du tableau comme le sont les vingt-cinq premiers nombres dans un carré de 5 de côté fait par la méthode des indices.

Carré de 5 (guide)

1	23	20	14	17
19	12	6	3	25
8	5	24	17	11
22	16	13	10	4
15	9	2	21	18

Carré semi-magique à deux degrés.

1 157	149 19	142 38	76 102	57 109
13 169	151 21	132 28	68 94	61 113
141 37	70 96	58 105	6 162	155 25
133 28	74 100	65 117	8 164	145 15
58 110	12 168	154 24	135 31	66 2
60 112	2 158	146 16	139 35	78 104
148 18	131 27	71 97	64 116	11 167
152 22	143 59	73 99	54 106	3 159
77 103	63 115	5 161	144 14	136 32
67 93	55 107	9 165	156 26	138 34

La recherche des diagonales donnant la seconde constante 100.130 s'effectue comme nous l'avons mentionné dans des communications précédentes relatives à la construction du carré de 8 lorsque les diagonales sont formées de couples égaux.

Il faut les chercher dans cinq compartiments faisant partie de bandes différentes et mettre en quadrangle les quatre nombres de chacun de ces cinq compartiments. Le carré U (voir l'appendice) a pour l'une des diagonales :

Au 1er degré :	102	68	53	117	12	158	18	152	32	138 =	850
Au 2e degré :	15.028		16.498		25.168		23.428		20.068	=	100.130

L'autre diagonale prise dans les mêmes compartiments est composée de :

Au 1er degré :	76	94	65	105	2	168	22	148	34	136 =	850
Au 2e degré :	14.612		15.250		28.228		22.388		19.652	=	100.130

La figure V est un second carré de 10, fait avec les mêmes compartiments, mais en se guidant sur un autre carré des nombres de 1 à 25.

Digitized by Google

Les diagonales sont :

2	168	22	148	37	183	58	112	78	92 =	850
28.223		22.388		19.058		15.908		14.548 =		100.130

et :

12	158	18	152	29	141	60	110	66	104 =	850
25.108		23.428		20.722		15.700		15.172 =		100.130

CARRÉ DE 14

Les autres impairement pairs s'obtiennent en se basant sur les mêmes principes. Celui désigné par la lettre Z à l'appendice est à quatorze cellules de côté ; pour sa construction, on a employé les nombres d'un carré de 15 après en avoir retranché les deux médianes :

1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15 =	112
0	15	30	45	60	75	90	120	135	150	165	180	195	210 =	1.470

Il a été construit par M. Pfeffermann dans les premiers jours du mois d'avril 1894.

ÉGALITÉS A CINQ DEGRÉS

Depuis que l'on s'occupe des figures magiques à double solution, il a été plusieurs fois mentionné que des lignes et plus particulièrement des médianes et des diagonales de carrés présentaient une troisième égalité. Il en est ainsi lorsque les lignes étant composées de couples égaux, la somme des produits des termes accouplés est la même dans les deux membres de l'égalité. Les *Tablettes du Chercheur* ont publié des carrés présentant cinq égalités dans quelques-unes de leurs lignes. L'auteur, M. Huber, se sert de deux formules suivant qu'il s'agit de couples dont les termes sont ou ne sont pas de même parité.

D'une manière générale, quand déjà les produits des termes accouplés assurent, comme nous venons de le rappeler, la 2e et la 3e égalité, on a la 4e et aussi la 5e si, avec les carrés de ces mêmes produits, on a des sommes égales. Voici les produits de couples égaux à 65 et les carrés de ces produits :

1°	$23 \times 42 + 19 \times 46 = 1{,}840$	sommes des carrés de ces produits	1 6 9 7 0 3 2 (A)
2°	$32 \times 33 + 16 \times 49 = 1{,}840$		1 7 2 9 7 3 2 (B)
3°	$21 \times 44 + 12 \times 53 = 1{,}560$		1 2 5 8 2 7 2 (C)
4°	$18 \times 47 + 14 \times 51 = 1{,}560$		1 2 2 5 5 1 2 (D)

Les différences B — A et C — D étant égales (32.760), il en résulte que les quantités B + D et A + C le sont aussi.

Digitized by Google

En se reportant aux couples, on a donc deux égalités, à cinq degrés, qui peuvent être les diagonales d'un carré de 8 :

$$21 + 44 + 12 + 53 + 23 + 42 + 19 + 46 \equiv 32 + 33 + 16 + 49 + 18 + 47 + 14 + 51$$

APPENDICE

Carrés de 4, composés de nombres non consécutifs ne pouvant être mis en table d'addition.

N

1	10	6	19
17	14	2	3
7	4	16	9
11	8	12	5

O

20	2	6	7
1	8	11	15
9	12	4	10
5	13	14	3

P

1	3	24	8
12	15	4	5
10	11	6	9
13	7	2	14

Q

1	2	52	53
46	43	5	14
42	31	29	6
19	32	22	35

I

54	7	3	36
37	12	42	9
5	18	28	49
4	63	27	6

Remarque. — Le carré Q pourrait recevoir une enceinte de 10 couples égaux chacun à 54.

Exemple : 17 3 47 33 44 18 avec variantes $3 + 47 = 20 + 30$ $4 + 41 = 15 + 30$
17 4 41 26 38 36 $41 + 38 = 34 + 45$ $26 + 38 = 30 + 34$

Carrés de 5 en nombres non consécutifs ne pouvant être faits par enceinte.

2	24	27	28	30
48	1	33	4	25
35	29	23	18	6
15	43	8	40	5
11	14	20	21	45

4	8	43	49	21
40	27	33	14	11
47	12	25	38	3
5	36	17	23	44
29	42	7	1	46

11	13	39	34	14
28	9	18	27	29
35	48	21	1	6
12	24	23	30	22
25	17	10	19	40

3	13	8	35	21
23	10	27	5	15
25	26	14	6	9
18	29	7	22	4
11	2	24	12	31

Développement des quatre faces latérales du cube, quatre carrés diaboliques comme les sept supposés horizontaux.

205	146	31	266	151	85	320	34	91	141	149	206	263	35	143	209	317	89	148	147	90	33	319	262	205
42	270	155	96	324	216	101	158	215	272	329	36	93	159	267	39	105	213	328	271	214	157	100	92	42
166	51	335	220	112	46	274	331	45	53	110	167	224	332	55	163	278	43	109	52	44	330	280	223	166
339	231	116	1	285	170	62	119	169	226	283	340	5	113	228	343	59	174	282	225	175	118	61	4	339
120	12	289	181	66	301	235	292	300	14	64	121	178	293	9	124	232	298	70	13	299	291	234	177	120
251	185	77	305	239	131	16	73	130	187	244	252	302	74	189	248	20	128	243	186	129	72	15	308	251
81	309	201	135	27	255	196	197	254	311	25	82	139	198	313	78	193	259	24	310	252	203	195	138	81

Digitized by Google

Traduction numérique du paradigme S

(magique aux deux premiers degrés).

53	18	37	33	22	68	61	2	75
24	67	17	1	74	39	32	63	52
59	51	79	66	28	20	13	44	9
11	57	4	27	70	35	46	77	42
72	34	56	76	41	6	26	48	10
40	5	36	47	12	55	78	25	71
73	3	69	62	54	16	3	31	23
30	1	50	43	8	81	65	15	58
7	8	21	14	60	49	45	64	29

Traduction numérique du paradigme T à neuf compartiments égaux

(magique aux deux premiers degrés).

70	59	75	53	28	42	11	9	22
1	26	15	65	76	63	32	48	43
49	38	36	5	16	21	80	69	55
14	3	25	78	62	64	45	31	47
74	72	58	30	41	52	24	10	8
35	51	37	18	20	4	57	79	68
27	13	2	61	66	77	46	44	33
39	34	50	19	6	17	67	56	81
60	73	71	40	54	29	7	23	12

U. — 1er exemple de carré de 10

(magique aux deux premiers degrés)

53	6	155	141	96	70	37	25	162	105
132	68	61	13	21	151	169	113	94	28
9	156	138	67	107	55	93	34	26	165
73	54	3	152	39	143	22	159	106	99
146	139	78	60	158	2	112	104	35	16
154	135	66	58	168	12	110	92	31	24
71	64	11	148	27	131	18	167	116	97
5	144	136	77	115	63	103	32	14	161
142	76	57	1	19	149	157	109	102	38
65	8	146	133	100	74	29	115	164	117

V. — 2e exemple de carré de 10

(magique aux deux premiers degrés)

2	34	117	74	146	16	100	65	138	158
55	22	103	131	8	164	27	77	152	107
71	157	37	155	57	109	25	141	1	97
144	102	161	58	142	38	110	5	76	14
139	106	21	3	78	104	159	151	54	35
135	116	19	11	66	92	167	149	64	31
156	94	165	60	132	28	112	9	68	26
73	169	29	145	61	113	15	133	13	99
63	18	93	143	6	162	39	67	148	115
12	32	105	70	154	24	96	53	136	168

Digitized by Google

Z. — Carré de 14, magique aux deux premiers degrés.

Composé le 8 avril 1894. — Constantes : 1.582 et 242.046.

163	166	182	7	25	101	147	139	95	21	9	194	180	153
37	220	206	132	88	61	47	59	75	78	124	200	216	39
207	133	76	62	52	40	221	215	36	54	74	90	123	199
77	67	55	41	222	208	121	135	198	214	35	51	69	89
56	42	223	196	122	82	70	66	84	134	210	213	34	50
211	197	127	85	71	57	43	33	49	65	81	129	209	225
130	86	72	58	31	212	202	204	224	45	48	64	80	126
100	146	162	178	181	2	22	24	14	195	168	154	140	96
1	17	97	145	161	177	193	183	169	155	141	99	29	15
176	192	13	16	92	142	160	156	144	104	30	3	184	170
137	157	175	191	12	28	91	105	18	4	185	171	159	149
27	103	136	152	172	190	11	5	186	174	164	150	93	19
187	10	26	102	148	151	167	179	165	138	94	20	6	189
73	46	32	217	205	131	87	79	125	201	219	44	60	63

Quelques exemples de couples donnant égalité à cinq degrés :

				26	39	16	49	23	42	20	45	≡	30	35	17	48	21	44	19	46				
				18	47	9	56	19	46	17	48	≡	26	39	13	52	14	51	12	53				
				29	52	20	61	31	50	27	54	≡	26	55	22	59	40	41	24	57				
10	54	13	51	15	49	17	47	27	37	28	36	≡	9	55	12	52	19	45	21	43	22	42	23	41
11	55	14	52	16	50	18	48	28	38	29	37	≡	10	56	13	53	20	46	22	44	23	43	24	42
18	52	21	59	23	57	25	55	35	45	36	44	≡	17	63	20	60	27	53	29	51	30	50	31	49
19	63	22	60	24	58	26	56	36	46	37	45	≡	18	64	21	61	28	54	30	52	31	51	32	50
22	66	25	63	27	61	29	59	39	19	40	48	≡	21	67	24	64	31	57	33	55	34	54	35	53
63	107	66	104	68	102	70	100	80	90	81	89	≡	62	108	65	105	72	98	74	96	75	95	76	94

Digitized by Google

M. Gaston TARRY

Inspecteur des Contributions diverses, à Alger.

GÉOMÉTRIE GÉNÉRALE — LES DROITES ET LES PLANS (*)

— Séance du 10 août 1894 —

LES FIGURES DE MOUCHOT

232. — Nous avons appelé ligne droite le lieu géométrique des points dont les composantes positive et négative sont les points homologues de deux figures inversement semblables. Cette définition ne peut s'appliquer qu'aux droites particulières situées dans des plans réels, puisque la représentation du point par ses composantes isotropes n'a pas de sens dans l'espace.

Avant d'aborder l'espace, il faut donc chercher une autre définition de la droite. La marche suivante est tout indiquée :

Représenter les points de la droite du plan réel par ses composantes origine et terme, examiner les propriétés des figures formées par ces composantes et choisir celle d'entre elles qui se prête le mieux à la généralisation.

Soient A, B les composantes origine et terme d'un point de la droite, et B′ le symétrique de B par rapport à A. Dans la représentation de M. Mouchot, B et B′ sont la première et la seconde composantes du point. Dans le plan de la droite, faisons tourner le segment BB′ autour de la composante origine A d'un angle égal à $\frac{\pi}{2}$; B et B′ viendront occuper les positions des composantes positive et négative du point AB.

Ainsi, lorsqu'un point décrit une droite dans le plan réel, les composantes de M. Mouchot décrivent deux figures qui se correspondent point à point de telle manière que, si l'on fait tourner d'un angle droit autour de son point milieu chaque segment qui relie deux points homologues, ces deux points viennent occuper respectivement les positions homologues de deux figures inversement semblables.

(*) Suite du mémoire inséré au C. R. du Congrès de Besançon, 1893, p. 217.

Digitized by Google

Le point double et les axes de pseudo-symétrie des deux figures inversement semblables seront appelés le centre et les axes du système des deux figures de M. Mouchot.

233. — Les figures de M. Mouchot possèdent de nombreuses propriétés. En voici un dizain :

I. — Un système de deux figures de Mouchot est déterminé quand on donne deux couples de points homologues, AA′ et BB′, à la condition toutefois que les droites AB et A′B′ ne soient pas parallèles (*).

II. — Dans tout triangle qui a pour sommets le centre O du système et deux points homologues P et P′, le rapport de la somme des carrés des distances OP et OP′ à la surface du triangle OPP′ est un nombre constant.

III. — Les droites qui joignent le centre à deux points homologues sont deux demi-diamètres conjugués d'une ellipse, dont le centre et les axes sont le centre et les axes du système. Le rapport de la somme à la différence des axes de cette ellipse est égal au rapport de similitude des deux figures inversement semblables liées au système.

IV. — Deux triangles dont les sommets correspondants sont des points homologues, peuvent toujours être projetés sur un plan suivant deux triangles égaux, dont les côtés correspondants sont perpendiculaires.

V. — Deux figures de Mouchot sont deux figures affines, c'est-à-dire deux figures homographiques dans lesquelles les droites à l'infini se correspondent.

Les figures de Mouchot possèdent donc toutes les propriétés des figures affines ; je mentionnerai seulement la suivante, parce qu'elle ne paraît pas avoir été remarquée.

Considérons les figures directement semblables qui ont pour lignes homologues les segments joignant deux points homologues de deux figures affines.

Dans toutes ces figures il existe une infinité de points homologues en ligne droite ; ces droites tournent autour d'un point fixe.

Dans les figures de Mouchot, ce point fixe est le centre du système.

VI. — Deux figures de Mouchot sont projetées sur un plan quelconque suivant deux figures de Mouchot.

Cette propriété projective est remarquable.

VII. — A une ligne quelconque φ_1 de la première figure correspond une ligne φ_2 dans la seconde ; à la ligne φ_2, considérée dans la première figure, correspond la ligne φ_3 de la seconde ; à la ligne φ_3 de la première figure

(*) Si les deux droites AB et A′B′ étaient parallèles, le système des deux figures de Mouchot se réduirait à deux droites parallèles, et les deux figures inversement semblables liées au système seraient inversement égales. En d'autres termes :

Si deux sommets opposés d'un carré de grandeur variable décrivent des figures inversement égales, les deux autres sommets glissent sur deux droites parallèles, et réciproquement.

Digitized by Google

correspond la ligne φ_4 de la seconde ; enfin à la ligne φ_4 de la première correspond la ligne φ_5.

La ligne φ_5 se confond avec la ligne φ_1 et les lignes φ_1 et φ_3 sont égales et homothétiques, ainsi que les lignes φ_2 et φ_4.

VIII. — Soient OX et OY deux semi-droites fixes. Par un point quelconque P menons la semi-droite parallèle de même sens à OY, et soit A son point d'intersection avec OX. Sur la semi-droite OY prenons le segment OA′ égal à OA, puis menons par le point A′ une semi-droite parallèle de sens contraire à OX, et déterminons sur cette parallèle le segment A′P′ égal à AP. A chaque point P du plan faisons correspondre de la manière indiquée un point P′.

Les points P et P′ sont les points homologues de deux figures de Mouchot.

C'est cette propriété que M. Mouchot a choisie pour définir la ligne droite.

IX. — Deux systèmes de Mouchot ont en commun un couple de points homologues et un seul.

En particulier, sur une droite quelconque du plan du système se trouve un couple de points homologues et un seul. A chaque droite du plan correspond de la sorte un couple de points homologues, et par suite un point et un seul dans les deux figures de Mouchot et les deux figures inversement semblables liées au système. Réciproquement à chaque point de l'une quelconque de ces quatre figures correspond dans le plan une droite et une seule.

X. — Par un point quelconque du plan menons quatre droites, puis construisons les quatre points qui correspondent à ces droites dans l'une ou l'autre des figures inversement semblables.

Les quatre points sont situés sur une circonférence, et le rapport anharmonique de ce quaterne de points est égal au rapport anharmonique du faisceau des quatre droites correspondantes.

LES DROITES DE PREMIÈRE ESPÈCE

234. — Les droites de *première espèce* sont celles qui sont situées dans un plan réel.

Nous avons rencontré trois droites différentes de première espèce ; pour les distinguer, nous leur donnerons trois noms différents.

La *droite radiée* est celle qui possède un point propre réel et un seul.

La droite isotrope n'est qu'une variété de la radiée ; c'est la droite isorectangle de M. Mouchot.

La *droite disjointe* est celle qui possède aussi un seul point réel, mais

Digitized by Google

situé à l'infini. Les lieux géométriques des composantes origines et des composantes termes de tous les points d'une disjointe sont deux droites parallèles que nous appellerons *directrices*.

La *droite conjointe* est celle qui a une infinité de points réels, situés sur une ligne droite. Cette droite réelle est le lieu géométrique des composantes origines et termes de tous les points de la conjointe. Dans la conjointe, les deux directrices, origine et terme, sont superposées.

Pour faire disparaître le mot imaginaire de la géométrie générale, nous dirons qu'*un point est disjoint ou conjoint*, suivant que ses composantes sont séparées ou superposées.

L'appellation de réel sera réservée aux figures de la géométrie ordinaire. Ainsi, le point réel, la droite réelle et le plan réel désigneront le point, la droite et le plan de la géométrie ordinaire.

235. — Représentons tous les points d'une radiée par ses composantes de Mouchot. Les couples de ces composantes sont des couples de points homologues de deux figures de Mouchot. En vertu de la proposition du VI du dizain, le système de ces deux figures est projeté sur un plan quelconque suivant un autre système de Mouchot, qui représente une radiée dans le plan de projection, si toutefois le plan de projection n'est pas perpendiculaire au plan de la figure.

Appelons projection d'un point AB sur un plan réel, le point A'B' dont les composantes origine et terme, A' et B', sont les projections des composantes origine et terme, A et B, du point AB.

La propriété rappelée peut s'énoncer sous cette forme :

THÉORÈME. — *Le lieu géométrique des projections sur un plan réel de tous points d'une droite de première espèce est une droite de première espèce.*

236. — Dans le plan de la droite, déplaçons les deux figures inversement semblables déterminées par les composantes isotropes des points de la droite, par deux translations parallèles de même grandeur et de directions opposées.

Les composantes origines ne changeront pas de position, mais la figure des composantes termes sera déplacée par une translation égale aux précédentes, mais de sens perpendiculaire. Donc :

THÉORÈME. — *Lorsque, dans le plan d'une droite de première espèce* AA'BB', *on mène par les composantes termes* A', B', ... *des segments* A'A'', B'B'', ... *égaux et parallèles de même sens, le lieu des points* AA'', BB'', ... *est une seconde droite* AA''BB'' *parallèle à la première* AA'BB'.

Digitized by Google

LES DROITES DE SECONDE ESPÈCE

237. — On appelle *droites de seconde espèce* celles qui ne peuvent pas être situées dans un plan réel.

Par les composantes termes A′, B′, ... d'une droite radiée AA′BB′ menons, *en dehors du plan de la radiée*, des segments A′A″, B′B″, ... égaux et parallèles de même sens. Par définition, nous appellerons *droite congruente* le lieu géométrique des points AA″, BB″ ...

Toutes les droites de seconde espèce sont des congruentes.

Deux points d'une congruente ne sont jamais situés dans un même plan réel. Par deux points non situés dans un même plan réel, on peut toujours faire passer une congruente et une seule.

Le lieu géométrique des composantes origines des points d'une congruente est un plan, et le lieu géométrique des composantes termes un autre plan parallèle au premier. Ces deux plans sont les *plans directeurs* de la congruente.

La projection d'une congruente sur un plan réel est une radiée ou une disjointe. C'est une disjointe dans le cas particulier où le plan de projection est perpendiculaire aux plans directeurs de la congruente.

Les composantes origine et terme des points d'une congruente sont les points homologues de deux figures affines, situées respectivement dans les plans directeurs origine et terme. La droite à l'infini, intersection des plans directeurs, est un élément commun aux deux figures affines.

La droite congruente est identique à la droite générale de M. Molenbroch (*N. A. M.*, 1891, p. 434). C'est par une étude sur les quaternions de Hamilton, que M. Molenbroch est parvenu aux résultats exposés par Laguerre, en 1872, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques.*

238. — Deux figures affines, situées dans des plans différents et dont la droite d'intersection est un élément correspondant commun, sans que les points de cette droite se correspondent à eux-mêmes, engendrent une congruence linéaire ; toute droite, qui joint deux points homologues des deux plans, fait partie de la congruence (Reye). En conséquence :

THÉORÈME. — *Le lieu géométrique des supports des points d'une congruente est une congruence linéaire.*

COROLLAIRE. — *Parmi les supports des points d'une congruente, il y en a un et un seul passant par un point réel quelconque, et également un et un seul situé dans un plan réel quelconque.*

Ainsi, un plan réel quelconque coupe toujours une congruente en un

Digitized by Google

point et en un seul; les composantes projectives (origine et terme) de ce point sont les intersections des plans directeurs avec la droite de la congruence linéaire située dans le plan sécant.

239. — Dans l'étude des propriétés métriques des figures de l'espace, on constate l'existence de congruentes telles que la distance de deux quelconques de leurs points est nulle; ce sont des *droites isotropes de seconde espèce.*

En résumé, en géométrie générale on rencontre six droites différentes, dont voici la nomenclature :

1° Les conjointes	Droites de première espèce.
2° Les disjointes.	
3° Les radiées.	
4° Les isotropes radiées. . . .	
5° Les congruentes.	Droites de seconde espèce.
6° Les isotropes congruentes .	

LES PLANS

240. — *Nous nommerons plan tout lieu géométrique de points,* AUTRE QUE L'ESPACE, *qui est tel qu'une droite quelconque y est contenue tout entière, si elle passe par deux de ses points.*

Cette définition, qui assujettit le plan à une infinité de conditions, peut-être incompatibles, doit être justifiée comme un véritable théorème.

La proposition suivante justifie notre définition.

241. — THÉORÈME. — *Le lieu géométrique des points projetés sur un plan réel, suivant une droite donnée, est un plan.*

Soient A et B deux points quelconques du lieu géométrique; les projections de ces deux points sont deux points A′ et B′ de la droite donnée. La projection de la droite AB est évidemment la droite A′B′. Par conséquent, tout point de la droite AB est projeté suivant un point de la droite donnée A′B′, et appartient au lieu géométrique.

Dans le cas particulier où les deux points A′ et B′ se confondent, on voit immédiatement que la droite AB est une disjointe ou une conjointe, contenue tout entière dans le lieu.

Le lieu géométrique considéré est donc un plan.

Nous dirons que ce plan est conjoint, disjoint, radié, isotrope, suivant que la droite A′B′ est elle-même conjointe, disjointe, radiée, isotrope.

Le *plan radié,* non isotrope ou isotrope, possède une infinité de points

Digitized by Google

conjoints dont le lieu géométrique est une droite que nous appellerons *axe*.

A chaque point réel de l'espace, considéré comme composante origine ou terme d'un point du plan radié, correspond une infinité de composantes termes ou origines, dont le lieu géométrique est une droite parallèle à l'axe. Notre plan radié est identique au plan radié de M. Mouchot et au plan général de M. Molenbroch.

Dans le *plan disjoint*, les lieux géométriques des composantes origines et termes des points du plan sont des plans parallèles que nous nommerons *directeurs*. Le plan disjoint ne possède pas de point conjoint propre; tous ses points conjoints sont situés à l'infini, sur la droite d'intersection des plans directeurs.

Le *plan conjoint* possède une infinité de points conjoints dont le lieu est un plan. Dans le plan conjoint les deux plans directeurs sont superposés.

242. — Théorème. — *Par trois points quelconques* A, B, C, *non situés en ligne droite, on peut toujours faire passer un plan.*

Menons un plan réel qui coupe les deux droites AB et AC, ce qui est toujours possible. Soient B′ et C′, les points d'intersection. Le plan qui passerait par les trois points A, B, C passerait également par les trois points A, B′, C′, et réciproquement. Cette remarque permet de ramener le théorème au cas où les droites AB, AC, BC sont toutes trois de première espèce.

Si ces trois droites sont situées dans un même plan réel, elles appartiennent à un même plan conjoint.

Si deux de ces droites sont disjointes, l'on voit immédiatement qu'on peut faire passer un plan disjoint par les trois points A, B, C.

Ces deux cas éliminés, le problème revient à mener un plan par trois points A, B, C non en ligne droite, dont deux sont conjoints, A et B, et le troisième C disjoint.

Projetons ces trois points sur un plan réel perpendiculaire à la droite réelle qui passe par les points A et B. Les projections des points A et B se confondent en un seul point conjoint A′ et la projection du point C est un point disjoint C′. Le lieu géométrique des points projetés suivant la radiée A′C′ est un plan qui passe par les trois points A, B, C.

Ainsi par trois points quelconques, non situés en ligne droite, on peut toujours faire passer un plan soit radié, soit disjoint ou conjoint.

Il n'est pas encore permis d'affirmer que ces trois formes de plan composent le groupe entier des plans de l'espace; car nous n'avons pas démontré qu'il est impossible de mener un autre plan par les points A, B, C.

Digitized by Google

243. — *Par trois points* A, B, C, *non situés en ligne droite, on ne peut faire passer qu'un seul plan.*

Supposons qu'il soit possible de mener par ces trois points un second plan qui ne coïnciderait pas avec le premier, et soit O un point du second plan n'appartenant pas au premier.

Nous pouvons toujours mener par le point O une infinité de plans réels coupant les droites AB et AC. Considérons l'un quelconque de ces plans réels, et soient P, Q les points d'intersection de ce plan avec les droites AB, AC. La droite PQ et le point O, qui par hypothèse n'appartient pas à cette droite, feraient partie du second plan ; de plus, en vertu de notre définition du plan, toute droite qui passe par le point O et un point quelconque de la droite PQ serait aussi contenue dans le second plan. On conclut de là que le second plan contiendrait tous les points situés dans le plan réel considéré, et dans une infinité d'autres.

Le second plan ABC renfermerait alors tous les points de l'espace, lieu que nous avons eu bien soin d'exclure de la définition du plan.

Le théorème est donc démontré.

244. — *Un plan quelconque de la Géométrie générale est nécessairement radié, ou disjoint, ou conjoint.*

Tout plan de la Géométrie générale peut être projeté sur un plan réel suivant une ligne droite.

Le lieu géométrique des points communs à deux plans qui passent par les points A *et* B *est la droite* AB.

Un plan est déterminé :

1° Par trois points non situés en ligne droite ;

2° Par une droite et un point extérieur à cette ligne ;

3° Par deux droites qui se coupent.

245. — On démontre que toutes les propriétés descriptives, métriques et angulaires des figures situées dans le plan réel subsistent pour les figures contenues dans les divers plans de la Géométrie générale, exception faite du plan radié particulier que nous avons appelé isotrope.

En effet, dans la *Géométrie du plan isotrope :*

1° *Deux droites quelconques se coupent sous un angle égal à zéro;*

2° *Le lieu des points également distants d'un point donné est un système de deux droites ;*

3° *Dans tout triangle un côté quelconque est égal à la somme ou à la différence des deux autres.*

Ces propriétés singulières, trouvées par la Géométrie générale, ont été démontrées ensuite par l'analyse. (Voir l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, tome I, p. 168.)

Digitized by Google

246. — Théorème. — *Deux plans, α et β, ont en commun une infinité de points ou aucun.*

Premier cas. — L'un et l'autre plan est disjoint ou conjoint.

Si les couples de plans directeurs ne sont pas parallèles, on peut mener une infinité de plans réels qui rencontrent les plans α et β suivant deux droites, disjointes ou conjointes, qui se coupent en un point commun aux plans α et β.

Si les couples de plans directeurs sont parallèles, les deux plans α et β n'ont aucun point commun.

Deuxième cas. — L'un des plans est radié et l'autre disjoint ou conjoint.

Tout plan réel qui rencontre l'axe du plan radié et les directeurs du plan disjoint ou conjoint, coupe ces deux plans suivant une radiée et une disjointe ou conjointe. Une radiée et une disjointe ou conjointe, situées dans un même plan réel, ont toujours un point propre commun. Par conséquent, les plans α et β ont une infinité de points communs.

Troisième cas. — Les plans α et β sont tous deux radiés.

Si les axes des plans ne sont pas parallèles, tout plan réel oblique à l'un des axes et parallèle à l'autre rencontre les deux plans suivant deux droites, une radiée et une disjointe ou conjointe, qui ont toujours un point commun.

Si les axes sont parallèles, projetons les deux plans sur un plan réel perpendiculaire aux deux axes. Les projections des plans sont deux radiées, sécantes ou parallèles; suivant que l'un ou l'autre cas se présente, les plans α et β ont en commun tous les points d'une droite disjointe ou conjointe, ou n'ont aucun point commun.

Deux plans qui ont un point commun ont une droite commune.

Deux plans distincts ne peuvent offrir que deux positions relatives :

1° Ils ont en commun une droite unique; on dit alors qu'ils *se coupent.*

2° Ils n'ont aucun point commun ; on dit alors qu'ils sont *parallèles.*

PLANS ET DROITES PARALLÈLES.

247. — Théorème. — *Par un point* A *extérieur à un plan π, on peut toujours mener un plan parallèle à ce plan, et l'on n'en peut mener qu'un seul.*

Si le plan π est disjoint ou conjoint, tous les plans qui lui sont parallèles sont disjoints ou conjoints, et ont leurs plans directeurs parallèles aux plans directeurs du plan π; autrement, les plans rencontreraient le plan π. Par conséquent, par le point A on peut mener un plan et un seul

Digitized by Google

parallèle au plan π; ce plan parallèle a pour plans directeurs, origine et terme, les plans réels parallèles aux plans directeurs de π et passant respectivement par les composantes origine et terme du point A.

Si le plan π est radié, tous les plans qui lui sont parallèles sont radiés et ont leurs axes parallèles à l'axe du plan π; de plus, leurs projections sur un plan réel perpendiculaire aux axes sont nécessairement des droites parallèles. Il suit de là que, par le point A, on peut mener un plan et un seul parallèle au plan π. Projetons le point A sur un plan réel perpendiculaire à l'axe de π, et soient PQ et A′ les projections du plan π et du point A. Dans le plan de projection, menons par le point A′ la parallèle à la droite PQ; le plan déterminé par cette parallèle et le point A est parallèle au plan π.

Corollaire 1. — *Deux plans parallèles peuvent toujours être projetés sur un plan réel suivant deux droites parallèles.*

Il faut et il suffit que le plan réel soit perpendiculaire aux axes ou aux plans directeurs des deux plans parallèles.

Corollaire 2. — *Si deux plans sont parallèles: 1° tout plan qui coupe le premier coupe le second; 2° tout plan parallèle au premier est parallèle au second ou coïncide avec le second.*

248. — Lorsqu'une droite n'a aucun point commun avec un plan, on dit que la droite et le plan sont *parallèles.*

Théorème. — *Si deux plans sont parallèles: 1° toute droite qui coupe le premier coupe le second; 2° toute droite parallèle au premier plan est parallèle au second.*

Projetons les deux plans parallèles sur un plan réel tel que les projections de ces plans soient deux droites parallèles.

On démontre très facilement qu'une droite quelconque de l'espace coupe les deux plans parallèles ou est parallèle à chacun d'eux, suivant que sa projection sur le plan réel coupe les projections des deux plans ou est parallèle à ces deux droites.

249. — Théorème. — *Si, par un point* A *extérieur à un plan* π, *on mène des droites parallèles à ce plan, le lieu de ces parallèles est le plan* π', *mené par le point* A *parallèlement au plan* π.

Toutes les droites parallèles au plan π, menées par le point A, sont situées dans le second plan parallèle π'; car, si l'une d'elles coupait le second plan π' en un point A, elle couperait aussi le premier plan π.

Et, réciproquement, toute droite du second plan qui passe par le point A est parallèle au premier; car, si elle coupait le premier plan, elle couperait aussi le second.

Digitized by Google

250. — Deux droites sont dites *parallèles* lorsqu'elles sont situées dans un même plan et ne se coupent pas.

De cette définition on déduit immédiatement les propositions suivantes :

THÉORÈME. — *Quand deux plans parallèles sont coupés par un troisième, les intersections sont des droites parallèles.*

COROLLAIRE. — *Par un point donné on peut toujours mener une parallèle à une droite donnée.*

Il suffit de conduire par la droite donnée un plan π qui ne passe pas par le point donné, puis de mener par le point donné un plan π' parallèle au plan π. Le plan déterminé par le point donné et la droite donnée coupera le plan π' suivant une droite, qui passera par le point donné et sera parallèle à la droite donnée.

251. — THÉORÈME. — *Si, par une droite parallèle à un plan, on mène un second plan qui coupe le premier, l'intersection des deux plans est une droite parallèle à la droite donnée.*

COROLLAIRE. — *Par un point donné on peut mener une infinité de plans parallèles à une droite donnée.*

Par le point donné menons une parallèle à la droite donnée. Tous les plans qui passent par cette parallèle n'ont aucun point commun avec la droite donnée, et par conséquent lui sont parallèles.

252. — THÉORÈME. — *Par un point donné on ne peut mener qu'une seule parallèle à une droite donnée.*

Par la droite donnée conduisons deux plans quelconques, P et Q, et par le point donné A menons les deux plans P′ et Q′ qui sont respectivement parallèles aux plans P et Q. Les plans P′ et Q′ se coupent suivant une droite AB ; car, s'ils coïncidaient, par un point quelconque de la droite donnée on pourrait mener deux plans distincts, P et Q, parallèles à un même plan. Le lieu géométrique des parallèles menées par le point A à toutes les droites du plan P est le plan P′. Par conséquent, toute parallèle à la droite donnée, menée par le point A, est contenue dans le plan P. On démontrerait de même qu'elle est aussi contenue dans le plan Q.

Donc, de toutes les droites que l'on peut mener par le point donné, l'intersection AB des plans P′ et Q′ est la seule qui puisse être parallèle à la droite donnée ; et la droite AB est nécessairement parallèle à la droite donnée, autrement il ne serait pas toujours possible de mener par un point donné une parallèle à une droite donnée.

Le théorème est démontré.

Digitized by Google

253. — Théorème. — *Si deux droites sont parallèles, tout plan qui coupe l'une coupe l'autre.*

Le plan sécant coupe le plan des deux droites parallèles suivant une troisième droite, qui coupe l'une des droites données et, par conséquent, l'autre ; autrement, dans le plan, on pourrait mener par un point donné deux droites qui ne rencontrent pas une droite donnée, c'est-à-dire deux parallèles à une droite donnée.

Corollaire 1. — *Si deux droites sont parallèles, tout plan qui contient la première ou qui lui est parallèle contient la seconde ou lui est parallèle.*

S'il n'en était pas ainsi, le plan couperait la seconde droite et par conséquent la première.

Corollaire 2. — *L'intersection de deux plans parallèles à une même droite est parallèle à cette droite.*

En effet, si par un point commun aux deux plans on mène la parallèle à la droite donnée, cette parallèle appartient nécessairement à chacun des deux plans ; autrement, l'un de ces plans couperait cette parallèle et, par conséquent, la droite donnée.

254. — Théorème. — *Par un point donné on peut toujours mener une droite parallèle à deux droites parallèles données.*

D'abord, si le point donné appartient au plan des deux parallèles données, il est évident que la parallèle menée par le point donné à l'une des parallèles données est parallèle à l'autre ; car si elle ne lui était pas parallèle, elle la couperait en un point par lequel on pourrait mener deux parallèles à une même droite.

Conduisons par le point donné les deux plans qui passent par les deux parallèles données. La droite d'intersection de ces deux plans est parallèle aux deux parallèles données; sans quoi, elle couperait l'une des deux parallèles en un point situé à la fois sur le plan conduit par l'autre parallèle et le point donné, et sur le plan des deux parallèles, et les deux parallèles se couperaient en ce point.

255. — Théorème. — *Deux droites,* A *et* B, *parallèles à une troisième* C *sont parallèles entre elles.*

Par un point quelconque de la droite A menons la droite A′ parallèle aux deux droites parallèles B et C. Les droites A et A′ coïncident, puisqu'elles ont un point commun et sont toutes deux parallèles à la droite C. Donc, les droites A et B sont parallèles entre elles. (C. Q. F. D.).

Digitized by Google

M. D.-A. GRAVÉ

Professeur, à Saint-Pétersbourg.

SUR UNE QUESTION DE TCHÉBYCHEF [U10b]

— Séance du 10 août 1894 —

Dans une note lue le 18 janvier 1853 à l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, sur la construction des cartes géographiques, Tchébychef a donné sans démonstration la proposition suivante :

« D'après (*) la notation de Lagrange, le rapport d'agrandissement s'exprime ainsi :

$$m = \frac{\sqrt{F(u + t\sqrt{-1})\ F'_1(u - t\sqrt{-1})}}{\dfrac{2}{e^u + e^{-u}}}$$

ce qui donne :

$$\lg m = \frac{1}{2}\lg F'(u + t\sqrt{-1}) + \frac{1}{2}\lg F'_1(u - t\sqrt{-1}) - \lg\frac{2}{e^u + e^{-u}}$$

où la partie positive, composée des fonctions arbitraires, n'est évidemment que l'intégrale de cette équation :

$$\frac{d^2U}{du^2} + \frac{d^2U}{dt^2} = 0$$

Donc les écarts du rapport d'agrandissement dépendent des déviations de la fonction $\lg\dfrac{2}{e^u + e^{-u}}$ et de l'intégrale de cette équation.

Or, d'après les propriétés remarquables de cette équation, on parvient à reconnaître que le minimum de déviation de son intégrale de la fonction $\lg\dfrac{2}{e^u + e^{-u}}$ dans l'espace limité par une courbe quelconque ne

(*) GERMAIN, *Traité des projections des cartes géographiques*, p. 75.

Digitized by Google

peut avoir lieu, à moins que la différence :

$$U - \lg \frac{2}{e^u + e^{-u}}$$

sur cette courbe n'ait constamment la même valeur. »

Le mémoire détaillé sur la construction des cartes géographiques, promis par Tchébychef à la fin de la note, n'a pas paru jusqu'à présent et personne, que je sache, n'avait encore donné la démonstration de cette remarquable proposition de l'illustre savant.

Les mémoires de Weber (*) et d'Eisenlohr (**) ont peu de points communs avec les considérations de Tchébychef, quoiqu'ils traitent une question analogue.

Ces auteurs considèrent la question du calcul ordinaire des variations, ils cherchent le minimum d'une intégrale double étendue sur une aire, limitée par un contour quelconque, la fonction sous le signe intégrale dépendant du rapport d'agrandissement.

C'est la différence entre le maximum et le minimum de la fonction :

$$U - \lg \frac{2}{e^u + e^{-u}}$$

pour les valeurs de u et t, limitées par le contour qu'il faut faire minimum d'après Tchébychef.

Il est bien remarquable qu'Eisenlohr ait obtenu un résultat semblable à celui de Tchébychef, quoique la question qu'il ait en vue soit tout à fait différente.

Je vais maintenant exposer les considérations qui démontrent le théorème de Tchébychef.

Les beaux travaux de C. Neumann et d'autres géomètres sur l'équation :

$$\Delta u = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0$$

font reconnaître les propositions suivantes.

THÉORÈME I (***). — La fonction u est définie par les conditions :

1. D'être finie, uniforme et continue avec ses dérivées à l'intérieur d'un contour fermé C ;

2. De satisfaire à l'équation $\Delta u = 0$.

(*) WEBER, *Ueber ein Princip der Abbildung der Theile einer krummen Oberfläche auf eine Ebene*, 1867. (*Journ. v. Crelle*, t. LXVII.)

(**) EISENLOHR, *Ueber die Flächenabbildung*, 1870. (*Journ. v. Crelle*, t. LXXII.)

(***) SCHWARZ, *Zur Integration der partiellen Differential-Gleichung* $\frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} = 0$. (*Journal v. Crelle*, t. LXXIV.)

Digitized by Google

Alors le maximum et le minimum de toutes les valeurs, que la fonction reçoit à l'intérieur et sur le contour C, peuvent avoir lieu seulement pour les points du contour et jamais à son intérieur.

Corollaire 1. Si les valeurs de la fonction u sont positives (négatives) sur le contour, elles seront aussi positives (négatives) à l'intérieur.

Corollaire 2. Si les valeurs de la fonction u ne sont pas négatives (positives) sur le contour, elles peuvent devenir nulles seulement pour les points du contour ; les autres valeurs de u qui correspondent aux points de l'intérieur seront positives (négatives).

Corollaire 3. Si les valeurs de la fonction u sont égales sur le contour à une quantité constante K, la fonction sera égale à K pour tous les points de l'intérieur.

Corollaire 4. Si sur le contour les valeurs de la fonction u, remplissant les conditions ci-dessus formulées, coïncident avec des valeurs d'une autre solution u_0 de l'équation $\Delta u = 0$, la fonction u coïncide avec u_0 pour tous les points de l'intérieur.

On peut démontrer la proposition nouvelle suivante :

Théorème II. — Soit une fonction $\varphi(x)$ finie et continue avec ses dérivées et telle que $\varphi''(x)$, sur le contour C, comme à l'intérieur, ne change pas de signe; cela posé, si la différence

$$u - \varphi(x)$$

est nulle sur le contour C, elle aura le signe de $\varphi''(x)$ pour tous les points de l'intérieur.

Ces propositions sont suffisantes pour la démonstration du théorème de Tchébychef.

En effet, prenons la fonction :

$$\varphi(x) = \lg \frac{2}{e^x + e^{-x}}$$

Nous remarquons que :

$$\varphi''(x) = -\left[\frac{2}{e^x + e^{-x}}\right] < 0$$

En vertu du corollaire 4 du théorème I, il suit qu'il existe la solution unique u_0 de l'équation $\Delta u = 0$, pour laquelle la différence

$$v_0 = u_0 - \lg \frac{2}{e^x + e^{-x}}$$

sur le contour est nulle.

Digitized by Google

D'après le théorème II, la fonction v_0 est négative à l'intérieur du contour.

En désignant par D_0 le maximum maximorum de la valeur absolue de la fonction v_0 à l'intérieur du contour, nous voyons que D_0 est la déviation de la fonction v_0. C'est cette déviation qu'il faut considérer dans la question de Tchébychef.

Je vais montrer que, pour toute autre solution u_1 de l'équation $\Delta u = 0$, la différence :

$$v_1 = u_1 - \lg \frac{2}{e^x + e^{-x}}$$

aura une déviation plus grande que D_0; en d'autres termes, la différence entre le maximum et le minimum des valeurs de la fonction v_1, entre les limites déterminées par le contour, est plus grande que D_0.

Toutes les valeurs de v_1 ne peuvent pas être nulles sur le contour, puisque u_1 ne coïncide avec u_0 (corollaire 4). Considérons la valeur maximum de la fonction v_1 sur le contour C que je désignerai par a.

La fonction $v_1 - a$, qui correspond à la solution $u_1 - a$ de l'équation $\Delta u = 0$, aura la même déviation D_1 que la fonction v_1. Elle prendra pour les points du contour les valeurs négatives et s'annulera pour les points du contour où la valeur de v_1 est égale à a.

On peut considérer la fonction $v_1 - a$ comme obtenue par addition à la fonction v_0 de la solution

$$u_1 - a - u_0$$

de l'équation $\Delta u = 0$.

Cette solution a évidemment les mêmes valeurs sur le contour que la fonction $v_1 - a$.

D'après le corollaire 2 du théorème I, toutes les valeurs de la fonction $u_1 - a - u_0$ à l'intérieur du contour seront négatives et pas égales à zéro pour tous les points de l'intérieur.

Par conséquent, la différence v_0 par l'addition d'une pareille solution ne cessera d'avoir la valeur nulle pour les points où la fonction $v_1 - a$ est nulle, tandis que le maximum maximorum de la valeur absolue de la fonction v_0 sera plus grande que D_0, puisqu'à D_0 il faut ajouter une quantité positive. Ainsi on a $D_1 > D_0$: ce qu'il fallait démontrer.

Digitized by Google

M. L. MAILLARD

Professeur de mathématiques, à Yverdon (Suisse).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU PROBLÈME COSMOGONIQUE [U]

— Séance du 10 août 1894 —

INTRODUCTION

On connaît l'hypothèse cosmogonique de Laplace, que le savant astronome a présentée dans la dernière note de son immortel ouvrage : *Exposition du système du monde*. D'après Laplace, le système solaire était primitivement une nébuleuse, soumise à un mouvement de rotation. Par le refroidissement, des portions de plus en plus grandes de la matière se sont condensées au centre et ont formé un noyau dont la masse s'accroissait peu à peu. Les molécules laissées en dehors du centre de condensation se sont rassemblées en anneaux circulant autour du soleil. Chaque anneau a dû se rompre en donnant naissance à une ou plusieurs masses sphériques, animées d'un mouvement de rotation dirigé dans le sens de leur révolution. La formation des satellites s'explique de la même manière.

La cosmogonie de Laplace répond très bien à la science du dernier siècle, mais les grands progrès réalisés en astronomie tendent à prouver son insuffisance. La découverte des petites planètes (381 à la fin de 1893), l'étude des satellites d'Uranus et de Mars, la découverte de Neptune et de son satellite, l'observation des étoiles doubles et de leurs orbites, — sont autant de faits qui demandent une explication.

M. Faye a présenté (*) une nouvelle hypothèse cosmogonique dont voici l'idée fondamentale : « A l'origine, l'univers se réduisait à un chaos général excessivement rare, formé de tous les éléments de la chimie terrestre plus ou moins mêlés et confondus. Ces matériaux, soumis d'ailleurs à leurs attractions mutuelles, étaient dès le commencement animés de mouvements

(*) *Sur l'origine du monde*, par M. Faye, de l'Institut. Paris, chez Gauthier-Villars. — Voir aussi : *Comptes rendus* (t. XC, p. 566 et 637).

Digitized by Google

divers qui en ont provoqué la séparation en lambeaux ou nuées. Ceux-ci ont conservé une translation rapide et des gyrations intestines extrêmement lentes. Ces myriades de lambeaux chaotiques ont donné naissance, par voie de condensation progressive, aux divers mondes de l'univers. »

La formation du système solaire aurait été la suivante :

CONDITIONS INITIALES

Amas chaotique homogène, à peu près sphérique, au sein duquel règnent de lents mouvements tourbillonnaires affectant une partie seulement de la masse.

PREMIÈRE ÉPOQUE

Force centrale intérieure de la forme $A.r$.

Régularisation spontanée des mouvements gyratoires, et formation d'anneaux tournant dans un même plan et en sens direct autour du centre de gravité.

Les autres parties de l'amas tombent vers le centre en décrivant en tous sens des ellipses allongées concentriques à l'amas.

DEUXIÈME ÉPOQUE

Même force centrale à peu près.

Formation des planètes au sein des anneaux les moins éloignés du centre.

Formation de leurs satellites.

Premiers délinéaments de la masse centrale.

TROISIÈME ÉPOQUE

Force centrale de la forme $ar + \frac{b}{r^2}$.

Formation lentement progressive du soleil.

Les planètes se rapprochent du soleil.

Formation du système rétrograde d'Uranus.

Formation du système encore plus franchement rétrograde de Neptune.

Digitized by Google

QUATRIÈME ÉPOQUE

Force centrale de la forme $\frac{B}{r^2}$.

Le soleil, définitivement formé, entouré d'une photosphère stable, ne reçoit plus d'apport extérieur.

Les mouvements du système entrent dans une phase de stabilité définitive.

CINQUIÈME ÉPOQUE

Même force centrale.

Densité croissante du soleil ; ralentissement des courants verticaux qui alimentent la photosphère.

Extinction de la photosphère.

Encroûtement superficiel du soleil.

Continuation indéfinie des mouvements astronomiques du système.

CALCUL DE LA FORMULE FONDAMENTALE DU SYSTÈME COSMOGONIQUE DE M. FAYE

D'après M. Faye, l'expression générale de la force centrale, à un moment quelconque d'une période quelconque, est :

$$f = ar + \frac{b}{r^2}.$$

Cette force prend les valeurs limites :

$$f_1 = A.r, \qquad \text{pour } b = 0 \text{ (formule de Herschell)},$$

et

$$f_2 = \frac{B}{r^2}, \qquad \text{pour } a = 0 \text{ (formule de Newton)}.$$

La valeur de a décroît de A à 0, tandis que celle de b croît de 0 à B.

Il faut donc que, soumise à l'analyse infinitésimale, la formule f conduise à des trajectoires coniques, et en particulier, pour les planètes, à des trajectoires elliptiques. Or, *il n'en est point ainsi*, et nous allons le prouver.

Digitized by Google

A cet effet, proposons-nous d'abord de résoudre ce problème :

Déterminer le mouvement d'un point attiré par une force centrale proportionnelle à la masse du point, et fonction du rayon vecteur r.

Dans tout mouvement central, la vitesse aréolaire est constante ; donc

$$(1) \qquad r^2 . \frac{d\varphi}{dt} = c.$$

(r, rayon vecteur ; φ, argument ; t, temps.)

D'autre part, en appliquant le théorème des forces vives, on a :

$$\frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = -m \int F(r)dr$$

(m, masse du point ; v, vitesse ; v_0, vitesse initiale) ; d'où l'on tire, en négligeant la constante, qui s'ajoutera à celle de l'intégrale, et en exprimant v^2 en coordonnées polaires :

$$(2) \qquad \frac{1}{2} . \frac{(dr)^2 + (rd\varphi)^2}{(dt)^2} = -\int F(r)dr.$$

En résolvant (1) et (2) par rapport à $d\varphi$ et à dt, on a successivement :

$$d\varphi = c . \frac{dt}{r^2},$$

$$dt = \frac{r . dr}{\sqrt{-c^2 - 2r^2 \int F . dr}},$$

$$d\varphi = \frac{c . dr}{r\sqrt{-c^2 - 2r^2 \int F . dr}},$$

et en intégrant :

$$t - t_0 = \int \frac{r . dr}{\sqrt{-c^2 - 2r^2 \int F . dr}},$$

$$\varphi - \varphi_0 = \int \frac{c . dr}{r\sqrt{-c^2 - 2r^2 \int F . dr}}.$$

Or, si dans cette dernière formule on fait :

$$F = ar + \frac{b}{r^2} \qquad \text{(formule de Faye)}$$

Digitized by Google

et par suite :

$$\int F.dr = \frac{ar^2}{2} - \frac{b}{r} + c_1,$$

il vient :

$$\varphi - \varphi_0 = \int \frac{c.dr}{r\sqrt{-ar^4 - 2c_1r^2 + 2br - c^2}}.$$

Cette intégrale ne peut être donnée sous une forme finie ; par conséquent, *elle ne saurait conduire à des trajectoires coniques*, que la nature du problème exige. Si l'on développe en série, on trouve une expression fort compliquée, et des courbes qui n'ont aucun rapport avec la question.

En revanche, si l'on cherche la valeur de l'intégrale dans chacun des cas particuliers, c'est-à-dire en supposant d'abord $b = 0$, puis $a = 0$, on parvient sans difficulté à des coniques, représentées par les équations suivantes :

pour $b = 0$: $$r^2 = \frac{p^2}{1 - e^2 . \cos^2(\varphi - \varphi_0)},$$

et pour $a = 0$: $$r = \frac{p}{1 + e. \cos(\varphi - \varphi_0)}.$$

La première équation représente, comme le veut la théorie, des coniques rapportées à leur centre ; la seconde, des coniques rapportées à l'un de leurs foyers.

Il y a donc lieu de reprendre le problème, et, *partant de l'équation générale des trajectoires, de chercher l'expression générale de la force centrale.*

Les trajectoires trouvées plus haut sont (en supposant $\varphi_0 = 0$, ce qui ne restreint pas la question) :

pour : $f_1 = A.r$, $$r^2 = \frac{p^2}{1 - e^2. \cos^2\varphi},$$

pour : $f_2 = \frac{B}{r^2}$, $$r = \frac{p}{1 + e. \cos\varphi}.$$

Or, l'équation

$$x^2(1 - e^2) + 2e\lambda.x + y^2 = p^2,$$

ou, en coordonnées polaires

$$e^2.r^2 \cos^2\varphi - 2e\lambda r \cos\varphi + p^2 - r^2 = 0,$$

contient toutes les trajectoires du système ; elle représente des ellipses (pour $e < 1$), des hyperboles (pour $e > 1$), des paraboles (pour $e = 1$).

Digitized by Google

En outre pour $\lambda = 0$ nous avons la loi de Herschell, pour $\lambda = p$, la loi de Newton.

De l'équation générale des trajectoires, on tire :

$$\cos \varphi = \frac{\lambda \pm \sqrt{r^2 + \lambda^2 - p^2}}{e.r}.$$

Pour $\lambda = p$, on doit avoir :

$$r = \frac{p}{1 + e \cos \varphi};$$

il faut donc donner au radical le signe —. Ainsi, en posant :

$$p^2 - \lambda^2 = \alpha^2,$$

on a :
$$\cos \varphi = \frac{\lambda - \sqrt{r^2 - \alpha^2}}{e.r},$$

d'où :
$$\varphi - \varphi_0 = arc \cos \frac{\lambda - \sqrt{r^2 - \alpha^2}}{e.r} = arc. \cos u.$$

Donc:
$$d\varphi = -\frac{du}{\sqrt{1 - u^2}},$$

où
$$u = \frac{\lambda - \sqrt{r^2 - \alpha^2}}{e.r}.$$

En effectuant le calcul, on trouve :

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{\alpha^2 + \lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2}}{r\sqrt{r^2 - \alpha^2}.\sqrt{2\lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2} - \beta r^2 - \lambda^2 + \alpha^2}}$$

(où $\beta = 1 - e^2$).

D'autre part, en résolvant le problème dans le cas où la force centrale est $m.F(r)$, nous avons trouvé :

$$\frac{d\varphi}{dr} = \frac{c}{r\sqrt{-c^2 - 2r^2 \int F.dr}}.$$

En égalant ces deux valeurs de $\frac{d\varphi}{dr}$, nous obtiendrons une équation de

Digitized by Google

laquelle nous pourrons tirer la valeur de $F.dr$. Après réduction des calculs, nous trouvons :

$$\int F.dr = c.\frac{\beta r^2 - 2\lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2} - \gamma}{2\left(\alpha^2 + \lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2}\right)^2} =$$

$$(\text{où } \gamma = \alpha^2\beta + \alpha^2).$$

En différentiant de part et d'autre, nous avons, toutes réductions faites :

$$F = \frac{(\alpha^2\beta + \lambda^2)c.r}{\left(\alpha^2 + \lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2}\right)^3}$$

$$= \frac{C.r}{\left(\alpha^2 + \lambda\sqrt{r^2 - \alpha^2}\right)^3}$$

$$\left[\text{où } C = c(\alpha^2\beta + \lambda^2)\right].$$

Telle est la formule qui, selon nous, doit remplacer celle de M. Faye. Les vérifications sont simples :

1° Pour $\lambda = 0$, $(\alpha = p)$, on a :

$$f_1 = \frac{c(1 - e^2)}{p^3}.\ r = A.r\ ;$$

2° Pour $\lambda = p$, $(\alpha = 0)$, on a :

$$f_2 = \frac{c}{p}.\frac{1}{r^2} = \frac{B}{r^2}.$$

Les résultats sont donc exacts, et les lois de Herschell et de Newton sont ainsi généralisées.

P.-S. — Grâce à M. Gauthier-Villars, j'ai appris que M. Darboux a traité une question analogue (*Comptes rendus*, t. LXXXIV), en partant de la formule :

$$F = \frac{c^2}{r^2}\left[\frac{1}{r} + \frac{d^2\left(\frac{1}{r}\right)}{d\varphi^2}\right] = \frac{c^2}{r^2}.\ f(\varphi).$$

Comme l'équation générale des coniques est :

$$\frac{1}{r} = a\cos\varphi + b\sin\varphi + \sqrt{A\cos 2\varphi + B\sin 2\varphi + H},$$

on a, en définitive : $F = \psi(\varphi)$.

La force centrale est donc exprimée en fonction de l'argument, ce qui ne peut être une solution du problème astronomique.

Digitized by Google

M. le Colonel A. MANNHEIM

Professeur à l'École polytechnique, à Paris.

SUR UNE TRANSFORMATION DU CONOÏDE DE PLÜCKER [M² 7 b 8]

— Séance du 10 août 1894 —

Je me propose simplement de donner une démonstration géométrique du théorème, objet principal de l'intéressante communication faite au Congrès de Besançon, le 4 août 1893, par M. F. Michel.

Soient une surface (S) et la normale A en son point a. Circonscrivons à (S) un cylindre dont les génératrices sont parallèles à la tangente at à (S) et prenons sa courbe de contact pour directrice d'une normalie à (S). Le plan Aat est le plan central de cette normalie, il touche cette surface au point c qui est le point central sur A.

Appelons l le centre de courbure de la section faite dans (S) par le plan Aat. On sait (*) que le produit $al \times ac$ est égal au produit R_1R_2 des rayons de courbure principaux de (S) en a.

Le point c est alors le transformé par rayons vecteurs réciproques du point l, en prenant a pour pôle et le produit R_1R_2 pour puissance de la transformation.

Par suite, la normale C en c à la normalie est la transformée de la circonférence décrite sur al comme diamètre et située dans le plan perpendiculaire à at.

Les circonférences analogues à celle-ci appartiennent à la surface (Σ) lieu des centres de courbure de toutes les sections faites dans (S) par des plans passant par a. La transformée de (Σ) est alors le lieu des droites telles que C.

A chaque direction de at correspond une normalie à (S) et les droites telles que C sont les normales à ces normalies, élevées respectivement de leurs points centraux. L'on sait (**) que le lieu de ces droites est un conoïde de Plücker, donc :

La transformée par rayons vecteurs réciproques de la surface (Σ), *en prenant* a *pour pôle, est un conoïde de Plücker, ou inversement.*

(*) Voir : *Principes et Développements de Géométrie cinématique*, p. 306, Théorème 35'.
(**) *Loc. cit.*, p. 269.

Digitized by Google

M. C.-A. LAISANT

Docteur ès sciences, à Paris.

EXTENSION DE L'EXPRESSION DE LA DÉRIVÉE LOGARITHMIQUE D'UN POLYNOME ENTIER [C 1 a]

— Séance du 10 août 1894 —

Soit $f(x)$ un polynome entier, dont nous supposons le degré égal à m. Si $a, b, c, \ldots l$ sont les m racines, réelles ou imaginaires, de l'équation $f(x) = 0$, on sait qu'on a identiquement :

$$\frac{f'(x)}{f(x)} = \frac{1}{x-a} + \frac{1}{x-b} + \ldots + \frac{1}{x-l}.$$

Le premier membre est la dérivée de log. $f(x)$ et cette expression est en conséquence désignée habituellement sous le nom de *dérivée logarithmique* de $f(x)$.

L'analogie m'avait conduit à rechercher si l'expression $\frac{f''(x)}{f(x)}$ ne pourrait pas s'obtenir également d'une façon assez simple en fonction des racines $a, b, \ldots l$, et j'étais arrivé à l'identité :

$$\frac{1}{2}\frac{f''(x)}{f(x)} = \frac{1}{(x-a)(x-b)} + \ldots,$$

les termes du second membre s'étendant à toutes les combinaisons deux à deux qu'on peut former avec les m racines $a, b, \ldots l$.

En cherchant une démonstration plus directe de cette identité, j'ai pu reconnaître qu'elle se généralise encore, et cela d'une manière très simple. C'est ce que je veux essayer de montrer dans cette note.

Digitized by Google

Pour abréger l'écriture, nous poserons :

$$(x-a)+(x-b)+\ldots+(x-l)=\Sigma_1^x,$$

$$\frac{1}{x-a}+\frac{1}{x-b}+\ldots+\frac{1}{x-l}=\Sigma_{-1}^x,$$

$$(x-a)(x-b)+(x-a)(x-c)+\ldots=\Sigma_2^x,$$

$$\frac{1}{(x-a)(x-b)}+\frac{1}{(x-a)(x-c)}+\ldots=\Sigma_{-2}^x,$$

$$(x-a)(x-b)(x-c)+\ldots=\Sigma_3^x,$$

$$\frac{1}{(x-a)(x-b)(x-c)}+\ldots=\Sigma_{-3}^x,$$

. . . . . .

$$(x-a)(x-b)\ldots(x-l)=\Sigma_m^x,$$

$$\frac{1}{(x-a)(x-b)\ldots(x-l)}=\Sigma_{-m}^x.$$

Considérons maintenant le polynôme $f(\lambda-x)$, λ étant une quantité arbitraire. Les racines de l'équation $f(\lambda-x)=0$ sont évidemment $\lambda-a$, $\lambda-b$, $\ldots$ $\lambda-l$.

Or, la formule de Taylor nous donne :

$$f(\lambda-x)=f(\lambda)-\frac{x}{1}f'(\lambda)+\frac{x^2}{2!}f''(\lambda)-\frac{x^3}{3!}f'''(\lambda)+\ldots+\frac{x^m}{m!}f^{(m)}(\lambda).$$

Les relations entre les coefficients et les racines, appliquées à l'équation $f(\lambda-x)=0$ et à sa transformée en $\frac{1}{x}$, nous donneront donc :

$$(\lambda-a)+(\lambda-b)+\ldots+(\lambda-l)=\frac{f^{m-1}(\lambda)}{(m-1)!}\frac{m!}{f^{(m)}(\lambda)},$$

$$\frac{1}{\lambda-a}+\frac{1}{\lambda-b}+\ldots+\frac{1}{\gamma-l}=\frac{f'(\lambda)}{f(\lambda)},$$

. . . . . ,

c'est-à-dire, en employant les notations indiquées plus haut, que *si*

Digitized by Google

nous formons les trois lignes de m *termes qui suivent :*

$$\begin{array}{cccccccc} f(\lambda) & \dfrac{f'(\lambda)}{1} & \dfrac{f''(\lambda)}{2!} & \dfrac{f'''(\lambda)}{3!} & \cdots & \dfrac{f^{m-1}(\lambda)}{(m-1)!} & \dfrac{f^{m}(\lambda)}{m!} \\ \Sigma^{\lambda}_{m} & \Sigma^{\lambda}_{m-1} & \Sigma^{\lambda}_{m-2} & \Sigma^{\lambda}_{m-3} & \cdots & \Sigma^{\lambda}_{1} & 1 \\ 1 & \Sigma^{\lambda}_{-1} & \Sigma^{\lambda}_{-2} & \Sigma^{\lambda}_{-3} & \cdots & \Sigma^{\lambda}_{-m+1} & \Sigma^{\lambda}_{-m}, \end{array}$$

deux termes correspondants sont toujours proportionnels.

Comme λ est arbitraire, on voit que les identités établies au début en résultent, et qu'en général :

$$\frac{q!}{p!}\frac{f^{(p)}(x)}{f^{(q)}(x)} = \frac{\Sigma^{x}_{m-p}}{\Sigma^{x}_{m-q}} = \frac{\Sigma^{x}_{-p}}{\Sigma^{x}_{-q}}.$$

Ces identités nouvelles sont peut-être de nature à fournir parfois quelques ressources dans la théorie des équations. Pour en montrer un simple exemple, nous appliquerons l'identité indiquée plus haut :

$$\frac{1}{2}\frac{f''(x)}{f(x)} = \Sigma^{x}_{-2} = \frac{1}{(x-a)(x-b)} + \ldots,$$

laquelle n'est qu'un corollaire du théorème général que nous venons d'établir.

Si nous appelons $a_1, b_1, \ldots k_1$ les $m-1$ racines de l'équation dérivée $f'(x) = 0$, l'identité $\dfrac{f''(x)}{f(x)} = \dfrac{f''(x)}{f'(x)}\dfrac{f'(x)}{f(x)}$ nous donnera :

$$\frac{1}{(x-a)(x-b)} + \frac{1}{(x-a)(x-c)} + \ldots$$

$$= \frac{1}{2}\left(\frac{1}{x-a} + \frac{1}{x-b} + \ldots + \frac{1}{x-l}\right)\left(\frac{1}{x-a_1} + \frac{1}{x-b_1} + \ldots + \frac{1}{x-k_1}\right)$$

En particulier, pour $x = 0$, il vient :

$$\frac{1}{ab} + \frac{1}{ac} + \ldots = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} + \ldots + \frac{1}{l}\right)\left(\frac{1}{a_1} + \frac{1}{b_1} + \ldots + \frac{1}{k_1}\right),$$

relation qu'il serait, du reste, très facile d'établir directement.

Il est bon de remarquer que le théorème ci-dessus constitue une généralisation des relations entre les coefficients et les racines, car les quantités :

$$\begin{array}{cccccc} f(\lambda) & \dfrac{f'(\lambda)}{1} & \dfrac{f''(\lambda)}{2!} & \cdots & \dfrac{f^{(m)}(\lambda)}{m!} \end{array}$$

Digitized by Google

pour $\lambda = 0$, se réduisent aux coefficients

$$A_m \quad A_{m-1} \quad A_{m-2} \quad \ldots \quad A_0$$

de l'équation :

$$f(x) = A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + \ldots + A_{m-1} x + A_m = 0.$$

M. R. W. GENESE

Professeur à University College of Wales, Aberystwyth (Angleterre).

SUR L'ENSEIGNEMENT DES MÉTHODES DE GRASSMANN [B 12 c]

— Séance du 11 août 1894 —

Le but de ce petit mémoire est de montrer comment les méthodes de Grassmann se présentent naturellement dans la théorie de la Mécanique élémentaire. Je ne peux m'empêcher d'adresser mes compliments à M. Carvallo pour son travail sur la méthode de Grassmann (*Nouvelles Annales de Mathématiques*, janvier 1892). Je n'ai jamais vu vingt-huit pages mieux remplies, plus condensées et dont la lecture engage davantage à l'étude.

Mais il me semble qu'il y aurait avantage à faire précéder, à titre de préambule, l'exposé de M. Carvallo de l'étude suivante :

1. — Soit G le centre des forces parallèles proportionnelles aux nombres $m_1, m_2, \ldots$ appliquées aux points $A_1, A_2, \ldots$

On peut écrire (d'après Mobius) :

$$(1) \qquad (\Sigma m)G = m_1 A_1 + m_2 A_2 + \ldots,$$

formule dans laquelle

mA signifie « une force m appliquée au point A » ;

le signe $=$ » « est l'équivalent (ou la résultante) de » ;
le signe $+$ » « avec ».

Digitized by Google

On entend bien qu'une force quelconque peut être négative et qu'on écrit $-m_1A_1$ pour $+(-m_1A_1)$.

En apparence, ce n'est qu'une manière de parler. Mais il importe de remarquer qu'on peut en déduire d'autres équivalences par les règles des équations. On peut multiplier par un nombre quelconque, et l'on peut transposer des termes. Par exemple :

$$(\Sigma m)G - m_1A_1 = m_2A_2 + \ldots,$$

par la raison que l'addition de la même force $-m_1A_1$ aux deux membres de (1) n'affecte pas l'équivalence en mécanique, et qu'elle annule le premier terme du second membre.

2. — Maintenant, soit B un point quelconque. On sait alors qu'une force représentée complètement par $(\Sigma m)B_1G$ (c'est-à-dire la droite B_1G multipliée par le nombre Σm) est la résultante des forces $m_1B_1A_1$, $m_2B_1A_2$, ... Symboliquement on a :

$$(2) \qquad (\Sigma m)B_1G = m_1B_1A_1 + m_2B_1A_2 + \ldots$$

On peut dire, *si l'on veut*, avec Grassmann, que l'équivalence (2) vient de *la multiplication de* (1) *par le point* B_1.

En renversant toutes les forces, on a :

$$(\Sigma m)GB_1 = m_1A_1B_1 + m_2A_2B_1 + \ldots$$

Or, soit H le centre des forces parallèles n_1, n_2, ..., appliquées aux points B_1, B_2, ..., ou :

$$(\Sigma n)H = n_1B_1 + n_2B_2 + \ldots$$

Donc :

$$\begin{aligned}(\Sigma n)HG &= n_1B_1G + n_2B_2G + \ldots \\ &= n_1\frac{m_1B_1A_1 + m_2B_1A_2 + \ldots}{\Sigma m} \\ &\quad + n_2\frac{m_1B_2A_1 + m_2B_2B_2 + \ldots}{\Sigma m} \\ &\quad + \ldots,\end{aligned}$$

ce qu'on peut écrire symboliquement :

$$(\Sigma m)(\Sigma n)HG = (n_1B_1 + n_2B_2 + \ldots)(m_1A_1 + m_2A_2 + \ldots)$$

en respectant toutefois l'ordre des facteurs littéraux.

Digitized by Google

C'est-à-dire qu'en multipliant deux équivalences de la forme (1), on obtient une équivalence des forces qui ne sont pas parallèles. De l'interprétation statique d'une forme AB, il s'ensuit naturellement que $BA = -AB$ et que AA disparaît.

Appliquons ce qui précède à deux exemples :

I. — Soient :

$$r_1G = l_1A + m_1B,$$
$$r_2H = l_2A + m_2B,$$

ce qui exige que $r_1 = l_1 + m_1$ et $r_2 = l_2 + m_2$.

Donc :

$$r_1r_2GH = l_1m_2AB + m_1l_2BA$$
$$= (l_1m_2 - m_1l_2)AB,$$

ce qu'on vérifie aisément par l'algèbre.

II. — Soit P un point du plan d'un triangle ABC : α_1, β_1, γ_1 les rapports des aires des triangles PBC, PCA, PAB à l'aire du triangle ABC.

Alors on peut écrire :

$$P = \alpha_1A + \beta_1B + \gamma_1C,$$

parce que $\alpha_1 + \beta_1 + \gamma_1 = 1$.

De même, soit :

$$Q = \alpha_2A + \beta_2B + \gamma_2C;$$

donc :

$$PQ = (\beta_1\gamma_2 + \gamma_1\beta_2)BC + \text{etc.},$$

c'est-à-dire : PQ est la résultante des forces $(\beta_1\gamma_2 - \gamma_1\beta_2)$ à etc. ou, pour abréger La, Mb, Nc dirigées suivant les côtés BC, CA, AB.

Il s'ensuit que *la grandeur de* PQ est donnée par l'équation trigonométrique :

$$PQ^2 = L^2a^2 + \ldots + 2Mb \,.\, Nc \cos(b, c) + \ldots$$

dans laquelle (b, c) désigne l'angle que fait c avec b, selon la notation de Laguerre.

3. — Maintenant, soit :

$$PQ = k_1A_1B_1 + k_2A_2B_2 + \ldots$$

une équivalence des forces du même plan. En prenant les moments par rapport à un point O arbitraire du plan, il vient l'équation des aires :

$$OPQ = k_1OA_1B_1 + k_2OA_2B_2 + \text{etc.}$$

Ici le signe $+$ a sa signification ordinaire.

Digitized by Google

Par exemple, si P, Q sont les points de l'exemple II et si l'on multiplie par A, le triangle APQ $= (\beta_1\gamma_2 - \gamma_1\beta_2)$ triangle ABC.

Soit encore : $R = \alpha_3 A + \beta_3 B + \gamma_3 C$; en prenant les moments par rapport à l'axe PQ et multipliant par $\frac{1}{2}$ PQ, il vient :

$$\Delta PQR = \alpha_3 \Delta PQA + \beta_3 \Delta PQB + \gamma_3 \Delta PQC$$

ou :

$$\begin{aligned}\Delta RPQ &= \left\{\alpha_3(\beta_1\gamma_2 - \gamma_1\beta_2) + \ldots\right\} \Delta ABC \\ &= (\alpha_3 A + \ldots)(\alpha_1 A + \ldots)(\alpha_2 A + \ldots).\end{aligned}$$

Ainsi s'explique, pour le plan, toute la Multiplication progressive de Grassmann.

4. — Maintenant, pour abréger, changeons de notation et écrivons :

$$(\alpha) \qquad Rr = P_1 l_1 + P_2 l_2 + \text{etc.}$$

pour exprimer qu'une force R dirigée suivant une ligne r est la résultante des forces P_1, P_2, etc. dirigées suivant les lignes l_1, l_2, etc. *(du même plan)*.

Soit t une semi-droite qui rencontre toutes ces lignes, r en K, l_1 en L_1, etc. et décomposons chaque force en deux autres, l'une suivant t et l'autre dans une direction qui fait avec t l'angle $\left(+\frac{\pi}{2}\right)$. On obtient l'identité trigonométrique :

$$R \cos(t, r) = P_1 \cos(t, l_1) + P_2 \cos(t, l_2) + \text{etc.}$$

et l'équivalence des forces parallèles

$$(\beta) \qquad R \sin(t, r)K = P_1 \sin(t, l_1)L_1 + P_2 \sin(t, l_2)L_2 + \ldots,$$

ce qui exige l'identité trigonométrique :

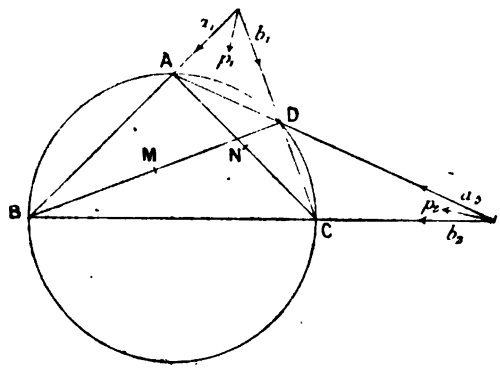
$$R \sin(t, r) = P_1 \sin(t, l_1) + P_2 \sin(t, l_2) + \ldots$$

De plus, en procédant comme dans le paragraphe 2, on démontre aisément que la multiplication, membre à membre, *de deux équivalences* de la forme (α) en donne une de forme (β). *Voilà la Multiplication régressive de Grassmann.* La règle de cette espèce de multiplication, c'est de remplacer $Tt \,.\, Rr$ par l'une des forces d'un système de forces parallèles de grandeur TR sin (t, r) appliquée au point de rencontre de t et de r.

En voici un cas intéressant :

Digitized by Google

Soit ABCD un quadrilatère inscriptible et désignons la ligne AB (sans égard à sa grandeur) par a_1, de même DC par b_1, DA par a_2 et CB par b_2.



Soient encore :

$$R_1 p_1 = 1 . a_1 + 1 . b_1,$$
$$R_2 p_2 = 1 . a_2 + 1 . b_2,$$

deux équivalences de la forme (α).

Donc :

$$\begin{aligned}(\ldots) p_1 p_2 &= \sin A . A + \sin B . B + \sin C . C + \sin D . D \\ &= \sin A(A + C) + \sin B(B + D) \\ &= \sin A(2M) + \sin B(2N),\end{aligned}$$

en désignant par M, N les milieux des diagonales.

Il s'ensuit que *l'intersection de* p_1, p_2, *qui sont les bissectrices des angles entre les côtés opposés d'un quadrilatère inscriptible, se trouve sur la droite qui passe par les milieux des diagonales.*

En renversant les sens (et, par suite, les signes) de b_1, b_2, on démontre que l'intersection des bissectrices des suppléments des mêmes angles est donnée par la formesin A(2M) — sin B(2N); c'est donc le conjugué harmonique de $p_1 p_2$ par rapport à MN.

5. — On voit aisément que les identités trigonométriques du dernier paragraphe se généralisent. Il n'y est pas question des points de rencontre des lignes. Donc, en se servant des polygones des forces, on peut les énoncer comme il suit :

Soient ABCD ... X, A'B'C'D' ... X' deux lignes brisées, et posons :

$$AX . A'X' = (AB + BC + CD + \ldots)(A'B' + B'C' + C'D' + \ldots).$$

Digitized by Google

On en obtiendra deux identités trigonométriques, à savoir, en remplaçant un produit AB . L'M' (AX . A'X' ci-inclus), ou par la quantité

$$\mathrm{AB} \,.\, \mathrm{L'M'} \cos (\mathrm{AB}\,,\, \mathrm{L'M'}),$$

ou par

$$\mathrm{AB} \,.\, \mathrm{L'M'} \sin (\mathrm{AB}\,,\, \mathrm{L'M'}).$$

Une note précieuse par M. Carvallo (*Nouv. Ann.*, 1891, p. 345) contient d'excellentes applications de la formule en cosinus.

Je me permets de montrer une application de l'une et de l'autre.

L'équation (des moments) en coordonnées normales :

$$l\alpha + m\beta + n\gamma = 0$$

représente la droite r suivant laquelle se dirige la résultante R des forces l, m, n dirigées suivant les côtés a, b, c d'un triangle ABC. On a donc l'équivalence :

$$\mathrm{R}r = la + mb + nc.$$

Soit aussi :

$$\mathrm{R}'r' = l'a + m'b + n'c.$$

Donc : puisque $\cos(a\,,a) = 1$, $\sin(a\,,a) = 0$,

$$\begin{aligned} \mathrm{RR}' \cos(r, r') &= ll' + \ldots mn' \cos(b, c) + nm' \cos(c, b) + \ldots \\ &= ll' + \ldots - (mn' + nm') \cos \mathrm{A} \end{aligned}$$

et

$$\begin{aligned} \mathrm{RR}' \sin(r, r') &= 0 + \ldots + mn' \sin(b, c) + nm' \sin(c, b) + \ldots \\ &= (mn' - nm') \sin \mathrm{A} + \text{etc.} \end{aligned}$$

De plus, comme cas spécial, en posant $\mathrm{R}', r' = \mathrm{R}, r$, il vient :

$$\mathrm{R}^2 \cos(0) = l^2 + \ldots - 2mn \cos \mathrm{A} \ldots$$

Remarque. — La considération des moments des forces par rapport aux points A, B, C nous permet de préciser les directions de R, R', et fait disparaître les ambiguïtés des formules des coordonnées normales.

Digitized by Google

M. FONTÈS

à Toulouse.

SUR QUELQUES PARTICULARITÉS DE LA SUITE DE FIBONACCI

— Séance du 11 août 1894 —

Les propriétés de la suite de Fibonacci, la plus anciennement connue et la plus simple des suites récurrentes, se déduisent comme cas particuliers des théories générales qui concernent ces suites. Les plus récemment exposées forment l'important mémoire de M. Maurice d'Ocagne (*Journal de l'École Polytechnique*, LXIVe cahier, 1894), qui avait commencé à s'en occuper dès 1884 (V. *N. A. de Math.*). L'étude de ces suites commence à prendre place dans l'enseignement secondaire. M. de Longchamps, notamment, leur consacre le premier chapitre du supplément au premier volume de son *Cours de Mathématiques spéciales* (Paris, Delagrave; 1885, in-4°).

La présente note a pour but, non pas d'ajouter quoi que ce soit aux théories générales, mais de montrer que la plupart des propriétés des nombres de Fibonacci (notamment l'expression en fonction de n du terme général u_n de la suite) peuvent être obtenues directement sans recourir soit à des théories générales, soit à des notions plus élevées que celle de la formule du binôme.

Considérons, en effet, la suite en question, dont la loi de récurrence est:

$$u_n - u_{n-1} - u_{n-2} = 0, \tag{1}$$

et dont les deux premiers termes sont $u_0 = 0$ et $u_1 = 1$.

Parmi les suites dont le terme général u_n obéit à la même loi, et pour lesquelles on voit sans peine directement que

$$U_n = U_0 u_{n-1} + U_1 u_n, \tag{2}$$

il existe des progressions géométriques. Si a est le premier terme et q la raison d'une d'entre elles, l'application de la loi (1) à trois termes consécutifs nous donne :

$$aq^n - aq^{n-1} - aq^{n-2} = 0$$

ou

$$q^2 - q - 1 = 0.$$

Digitized by Google

a s'élimine ainsi de lui-même et on trouve pour q la double valeur $\frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$, quel que soit le premier terme a. Laissons de côté la solution négative et soit $\varepsilon = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$. Prenons $U_0 = a = 1$, $U_1 = \varepsilon$.

Mettons en regard, l'une au-dessous de l'autre, les deux formes de cette même suite :

Progr. géom.: $1, \mathcal{E}, \mathcal{E}^2, \mathcal{E}^3, \mathcal{E}^4, \mathcal{E}^5 \ldots \mathcal{E}^n$
Suite récurr. : $1, \mathcal{E}, (1+\mathcal{E}), (1+2\mathcal{E}), (2+3\mathcal{E}), (3+5\mathcal{E}), \ldots (u_{n-1}+u_n\mathcal{E})$.

La seconde obéit (cela se voit sans difficulté) à la loi énoncée plus haut et l'on a :

$$\mathcal{E}^n = u_{n-1} + u_n\mathcal{E}.$$

$\sqrt{5}$ étant une irrationnelle, une des conséquences immédiates de cette égalité est :

$$(3) \quad u_n = \frac{1}{2^{n-1}}\left\{\frac{n}{1} + \frac{n(n-1)(n-2)}{2!}\times 5^1 + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)(n-4)}{3!} \times 5^2 + \ldots + \frac{n(n-1)\ldots(n-2p)}{(2p+1)!}\times 5^p + \ldots\right\}$$

Cette expression (dont le nombre des termes est limité quand n est entier) ne diffère pas de celle qu'on obtiendrait en effectuant les calculs indiqués par Binet (*Comptes rendus*; t. XIX, 1844, 2me sem., p. 940) sous la forme suivante (*) :

$$g_n = \frac{1}{\sqrt{5}}\left\{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2} - \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^{n+2}\right\}$$

Nous l'avons obtenue, comme on le voit, sans recourir à la théorie générale de Lagrange (**). Elle diffère, dans la forme, de la suivante :

$$(4) \quad u_n = 1 + \frac{n-2}{1!} + \frac{(n-3)(n-4)}{2!} + \ldots \frac{(n-p-1)(n-p-2)-(n-2p)}{p!} + \ldots$$

donnée par Ed. Lucas (***) (*Comptes rendus*, t. LXXXII, 1876, 2e sem., p. 165).

(*) Binet prend pour premier terme g_0 notre terme u_2 de la suite. La coïncidence s'établit en calculant son terme $g_{n-2} = u_2$.

(**) Voir : de Longchamps, *loc. cit.*, p. 3.

(***) Il y a une erreur ou une coquille dans la formule des *Comptes rendus* qui est la suivante :

$$u_{n+1} = 1 + \frac{n}{1} + \frac{(n-1)(n-2)}{1.2} + \ldots$$

Il faudrait u_{n+2}. Nous avons rétabli la formule exacte.

Digitized by Google

Nous sommes parvenu incidemment au résultat que nous venons d'indiquer, alors que nous cherchions, abstraction faite de tous travaux antérieurs, la démonstration des formules proposées par Ed. Lucas (*Théorie des Nombres*. Paris, Gauthier-Villars, 1891, p. 127). La plupart de ces formules se déduisent assez simplement, sans faire appel à des théories générales antérieures, ou à des connaissances d'un ordre élevé, de la suivante:

$$(5) \qquad u_{m+p} = u_{p-1}\, u_m + u_p\, u_{m+1},$$

qui a été donnée par M. Maurice d'Ocagne (*Bulletin de la Soc. Math. de France*, t. XII, 1886, p. 26) et qui peut s'établir directement de la façon la plus élémentaire.

En effet, on peut écrire, en utilisant dans chacune des égalités qui suivront la première, la loi de récurrence (1) :

$$\begin{aligned}
u_{m+1} &= u_{m+1} &&= u_0 u_m + u_1 u_{m+1};\\
u_{m+2} &= u_m + u_{m+1} &&= u_1 u_m + u_2 u_{m+1};\\
u_{m+3} &= u_m + u_{m+2} &&= u_0 u_m + u_1 u_{m+1}\\
& &&\quad + u_1 u_m + u_2 u_{m+1} = u_2 u_m + u_3 u_{m-1};\\
u_{m+4} &= u_{m+2} + u_{m+3} &&= u_1 u_m + u_2 u_{m+1}\\
& &&\quad + u_2 u_m + u_3 u_{m+1} = u_3 u_m + u_4 u_{m+1}.
\end{aligned}$$

. . . . . .

La loi de formation des coefficients de u_m et de u_{m+1} apparaît, dès le quatrième calcul, avec le caractère de l'évidence. C'est précisément la même que celle des termes de la suite, la loi (1), avec un retard d'une unité dans l'indice du coefficient de u_m. On peut donc écrire d'une manière générale, quelque soit p (entier):

$$(\alpha) \qquad u_{m+p} = u_{p-1} u_m + u_p u_{m+1}.$$

Cette relation, dont Ed. Lucas ne fait pas mention, nous a conduit assez simplement aux deux suivantes, non données par ce dernier auteur :

$$(6) \quad \sum_0^n u_{3p} = u_0 + u_3 + u_6 \ldots + u_{3(n-1)} + u_{3n} = \frac{u_{3n+2} - 1}{2};$$

$$(7) \quad \sum_0^n u_p = u_0^3 + u_1^3 + u_2^3 + \ldots u_{n-1}^3 + u^3 = \frac{u_{3n-1} + 1}{2} - u_{n-1}^3.$$

dont nous proposons la démonstration à titre de curiosité. La même

Digitized by Google

relation (5) permet aussi de démontrer que u_{pq} est divisible par u_p et u_q, plus simplement que ne le fait Ed. Lucas.

La formule (3) conduit à quelques conséquences qui ne sont pas sans intérêt.

En premier lieu, elle fournit, sans recourir à des identités générales, l'exemple d'une fonction assez compliquée de n, toujours divisible par 2^{n-1} quand n est entier, et dont le quotient est le second membre de (4), ce qui n'est pas évident *a priori*.

En second lieu, remarquons que si n est à la fois entier et impair, les termes de la parenthèse s'arrêtent au delà de $p = \frac{n-1}{2}$. Le dernier terme est alors $5^p = 5^{\frac{n-1}{2}}$ et tous les autres contiennent n en facteur. La parenthèse est donc de la forme $nx + 5^{\frac{n-1}{2}}$. Si dès lors n est, non seulement impair, mais premier, on sait que, d'après le théorème de Fermat $5^{n-1} = \mathrm{M}.n + 1$, ce que nous pouvons écrire $\left(5^{\frac{n-1}{2}} + 1\right)\left(5^{\frac{n-1}{2}} - 1\right) = \mathrm{M}n$. ce qui exige que $5^{\frac{n-1}{2}}$ soit de l'une des deux formes $ny \pm 1$. La parenthèse est donc de la même forme. Mais le théorème de Fermat nous apprend encore que : $2^{n-1} = m.n.u_n$ est donc de l'une des deux formes $\frac{ny \pm 1}{nz + 1}$, c'est-à-dire de l'une des deux formes $n\alpha \pm 1$ quand l'indice n est premier. Cette propriété, qui s'ajoute aux nombreux et intéressants énoncés d'Ed. Lucas sur la forme arithmétique des termes de la suite de Fibonacci, perd de son intérêt par le fait que les termes d'indice premier de cette suite cessent d'être tous premiers à partir de

$$u_{19} = 4181 = 37 \times 113 = 220 \times 19 + 1.$$

Nous terminerons la présente note en signalant une sorte de paradoxe algébrique auquel conduit l'emploi irréfléchi des indices négatifs dans la suite considérée.

M. Maurice d'Ocagne (*Bull. de la Soc. Math.*, *loc. cit.*, p. 23) a imaginé de prolonger la suite dans le champ de l'infini négatif, en affectant les termes de cette région du signe — . Il est aisé de voir que les termes ainsi formés prennent des valeurs alternativement positives et négatives, suivant leur indice, et qu'on a, d'une manière générale :

$$u_{-p} = (-1)^{p-1} u_p.$$

Cela posé, considérons la formule :

$$(8) \qquad \sum_0^n u_p^2 = u_0^2 + u_1^2 + u_2^2 + \ldots u_{n-1}^2 + u_n^2 = u_n u_{n+1}$$

Digitized by Google

donnée par Ed. Lucas (*). Si nous affectons tous les indices du signe —, il vient :

$$\sum_0^{-n} u_p^2 = u_0^2 + u_{-1}^2 + u_{-2}^2 + \ldots + u_{-(n-1)}^2 + u_{-n}^2$$
$$= (-1)^{2n-1} u_n u_{n+1} = -u_n u_{n+1}$$

Le second membre est toujours négatif, tandis que le premier, somme de carrés, est toujours positif. Il y a là une absurdité évidente.

Nous sommes tombé dans l'erreur parce que nous avons brutalement introduit dans le calcul les indices négatifs, sans nous préoccuper des conditions de leur emploi. Nous n'avons pas vérifié que changer n en $-n$ dans les formules n'équivalait pas au changement de signe des indices, et que, par suite, la formule (8) ne pouvait s'appliquer aux indices négatifs.

Pour la formule (5), au contraire, si on change les signes, après avoir permuté entre eux les indices p et n, on a :

$$(-1)^{m+p-1} u_{m+p} = (-1)^{m+p-1} u_{p+1} u_m + (-1)^{m+p-1} u_{m-1}$$

d'où :
$$u_{-(m+p)} = u_{-(p+1)} u_m + u_{-p} u_{-m+1}.$$

La formule est donc applicable aux indices négatifs.

On voit par ces exemples qu'il est prudent, si l'on veut se servir, dans le calcul, des indices négatifs, de s'assurer *a priori*, ou de justifier *a posteriori*, que leur emploi est légitime.

Quoi qu'il en soit, les plus saillantes des propriétés de la suite de Fibonacci, présentées éparses dans l'œuvre d'Ed. Lucas, peuvent être établies directement d'une façon assez simple.

Sans faire appel soit à des théories générales, soit à des notions d'algèbre supérieures à celles qu'on enseigne dans les classes de mathématiques spéciales, il serait intéressant que des ouvrages élémentaires joignissent la monographie de cette suite à celles des progressions qu'ils renferment tous), et continuassent ainsi ce qu'avait ébauché le savant Pisan, il y aura bientôt sept cents ans.

L'indiquer était le but principal de la présente note.

(*) Voir : *Théor. des Nombr.*, p. 127.

Digitized by Google

M. G. PEANO

Professeur à l'Université de Turin.

NOTIONS DE LOGIQUE MATHÉMATIQUE

— Séance du 11 août 1894 —

Avec les notations usuelles des mathématiques, on peut énoncer complètement en symboles quelques propositions, comme :

$$2+3=5, \quad 3^3=27. \quad 3+\frac{1}{7}>\pi>3+\frac{10}{71}, \quad \lim_{m=\infty}\left(1+\frac{1}{m}\right)^m=e,$$

$$\int_0^\infty \frac{\sin x}{x}\,dx=\frac{\pi}{2}, \text{ etc.}$$

Mais il faut exprimer au moyen du langage ordinaire les relations, d'ordre logique, entre les formules algébriques. Or, dans les dernières années, on a étudié ces relations logiques et on les exprime toutes avec un petit nombre de signes, que nous allons expliquer.

Nous considérons d'abord des ensembles d'objets, ou *classes*. Le langage ordinaire représente les classes par des noms communs; il convient, dans l'écriture symbolique, de les indiquer par des abréviations. Nous écrirons donc, par exemple :

N au lieu de « nombre entier positif »;

Np » « nombre premier ».

Par une convention, que nous ne voulons pas ici expliquer en général, on a les notations suivantes :

2N signifie « nombre pair »;

Na, ou aN signifie « multiple de a »;

N^2 signifie « nombre carré »;

$N+1$ signifie « nombre supérieur à l'unité »;

N^2+N^2 signifie « somme de deux carrés », etc.

Les signes pratiquement adoptés pour représenter toutes les relations et les opérations de logique sont les sept suivants :

ε (est), $\cap$ (et), $\cup$ (ou), $-$ (non), $\supset$ (est contenu), $=$ (est égal), Λ (rien).

Digitized by Google

Voici des exemples de la valeur de ces signes :

a étant une classe, $x \mathcal{E} a$ représente la proposition singulière « x est un individu de la classe a », ou « x est un a ». Ainsi :

$7 \mathcal{E} \mathrm{Np}$ signifie « 7 est un nombre premier » ;

$9 \mathcal{E} \mathrm{N}^2$ signifie « 9 est un carré » ;

$13 \mathcal{E} \mathrm{N}^2 + \mathrm{N}^2$ signifie « 13 est la somme de deux carrés ».

Les signes $\cap$, $\cup$, $-$ représentent les trois opérations logiques, conjonction ou multiplication, disjonction ou addition, et négation. Étant a et b des classes,

$a \cap b$, ou simplement ab, représente la classe commune aux a et aux b.

$a \cup b$ représente la classe des individus qui sont des a ou des b.

$-a$ représente la classe des « non a » ;

$a \supset b$ représente la proposition universelle affirmative « tout a est b », ou « la classe a est contenue dans la b » ;

$a = b$ signifie « tout a est b, et tout b est a », ou « la classe a est identique à la b ».

Exemples :

$2\mathrm{N} \cap 3\mathrm{N} = 6\mathrm{N}$ « les multiples communs de 2 et de 3 sont les multiples de 6 » ;

$2(\mathrm{N} + 1) \supset \mathrm{Np} + \mathrm{Np}$ « tout nombre pair supérieur à 2 est la somme de deux nombres premiers » ;

$\mathrm{Np} \cap (4\mathrm{N} + 1) \supset \mathrm{N}^2 + \mathrm{N}^2$ « tout nombre premier de la forme $4x + 1$, où x est un N, est la somme de deux carrés » ;

$(\mathrm{N} + 1)^{10} \supset 11\mathrm{N} \cup (11\mathrm{N} + 1)$ « les puissances 10es des nombres supérieurs à l'unité sont de la forme 11N, ou de la forme $11\mathrm{N} + 1$ ».

$\mathrm{Np} = (\mathrm{N} + 1) - [(\mathrm{N} + 1) \times (\mathrm{N} + 1)]$ « les nombres premiers sont les nombres supérieurs à l'unité, et qu'on ne peut pas décomposer dans le produit de deux nombres supérieurs à l'unité » (l'unité, ici, ne figure pas comme nombre premier).

Le signe Λ représente la classe nulle, ou rien, qui a dans nos recherches le même rôle que le 0 dans l'algèbre. Ainsi $a \cap b = \Lambda$ signifie « il n'y a pas d'individus communs aux classes a et b » ; elle représente donc la proposition universelle négative « nul a n'est b ». Exemples :

$\mathrm{N}^2 \cap (3\mathrm{N} - 1) = \Lambda$ « il n'y a pas de carrés de la forme $3\mathrm{N} - 1$ ».

$\mathrm{Np} \cap (4\mathrm{N} - 1) \cap (\mathrm{N}^2 + \mathrm{N}^2) = \Lambda$ « il n'y a pas de nombre premier de la forme $4\mathrm{N} - 1$ qui soit la somme de deux carrés ».

On adopte, entre propositions, les signes qui représentent les opérations et les relations entre classes, avec la signification suivante. Soient $a, b, \ldots$ des propositions contenant, en général, des lettres variables, $x, y, \ldots$

$a \cap b$, ou ab indique l'affirmation simultanée des propositions a et b.

Digitized by Google

$a \smile b$ signifie « une au moins des propositions a et b est vraie »;

$-a$ représente la négation de a;

$a \supset b$ signifie « de la proposition a, on déduit la proposition b »;

$a = b$ signifie « $a \supset b$ et $b \supset a$ »;

Λ signifie « absurde ».

On sépare deux propositions, et une proposition des signes $\frown$, $\smile$, $\supset$, $=$, par des points, qui sont ici plus commodes que les parenthèses. Exemples:

$x \mathcal{E} \mathrm{Np} . \supset . (x-1)! + 1 \mathcal{E} \mathrm{N}x$. « Si x est un nombre premier, $(x-1)! + 1$ est un multiple de x. » (Théorème de Wilson.)

$x \mathcal{E} \mathrm{Np} . y \mathcal{E} (\mathrm{N}+1) - \mathrm{N}x . \supset . y^{x-1} - 1 \mathcal{E} \mathrm{N}x$. « Si x est un nombre premier, et si y est un nombre supérieur à l'unité, et non multiple de x, alors $y^{x-1} - 1$ est un multiple de x. » (Théorème de Fermat.)

$x \mathcal{E} \mathrm{N} . \supset . x(x+1)(x+2) \mathcal{E} \mathrm{N}6$. « Le produit de trois nombres consécutifs est divisible par 6. »

$x \mathcal{E} \mathrm{N} . x < 17 . \supset . x^2 - x + 17 \mathcal{E} \mathrm{Np}$. « Si dans la formule $x^2 - x + 17$ on substitue à x un nombre positif inférieur à 17, on obtient toujours un nombre premier. »

a étant une classe, pour plus de commodité, on écrit $x, y \mathcal{E} a$ au lieu de $x \mathcal{E} a, y \mathcal{E} a$.

$x, y \mathcal{E} \mathrm{N} . x > y . \supset . xy(x^4 - y^4) \mathcal{E} 30\mathrm{N}$.

x et y étant deux nombres, dont le premier est le plus grand, alors l'expression considérée $xy(x^4 - y^4)$ est toujours divisible par 30.

Par commodité typographique, on écrit $a - = b$ au lieu de $-(a = b)$. Alors a et b étant des classes, $a \frown b - = \Lambda$ représente la proposition particulière affirmative « quelque a est b ».

$\mathrm{N}^2 \frown (\mathrm{N}^2 + \mathrm{N}^2) - = \Lambda$ « il y a des carrés, sommes de deux carrés ».

$\mathrm{N}^3 \frown (\mathrm{N}^3 + \mathrm{N}^3) = \Lambda$ « il n'y a pas de cubes, sommes de deux cubes ».

$x, y, z \mathcal{E} \mathrm{N} . x^3 + y^3 = z^3 . = \Lambda$ « identique à la précédente ».

$x \mathcal{E} \mathrm{Np} . y, z \mathcal{E} \mathrm{N} . yz \mathcal{E} \mathrm{N}x . \supset . y \mathcal{E} \mathrm{N}x . \smile . z \mathcal{E} \mathrm{N}x$ « x étant un nombre premier, et y et z deux entiers, dont le produit est divisible par x, l'un au moins des nombres y et z est divisible par x ».

Quelques propositions contiennent plusieurs fois le signe de déduction; mais on les exprime toujours par les signes exposés en indiquant, dans chaque déduction, les lettres qu'on considère comme variables.

Tout cela est bien simple, et il y a à s'étonner de n'y avoir pas songé plus tôt. Mais ces notations dérivent de la logique mathématique. Cette science a été devinée par Leibniz et par des philosophes antérieurs (*); mais c'est seulement dans le dernier demi-siècle qu'elle s'est développée par les études de Boole, de Morgan, Frege, Grassmann, Macfarlane, Mc-Coll, Peirce,

(*) G. Loria, *La Logique mathématique avant Leibniz*. (*Bulletin des Sciences mathém.*, 1891, p. 107.)

Digitized by Google

Poretsky, Schröder et beaucoup d'autres; dans ces dernières années, elle a reçu les plus importantes applications. C'est cette science qui nous conduit à indiquer par le même signe $\supset$ les deux expressions « est contenu » et « on déduit », car ces expressions ont les mêmes propriétés; elle nous porte aussi à indiquer par deux signes, ε et $\supset$, ce que dans le langage ordinaire on exprime à peu près par le même mot « est », car ces signes satisfont à des lois différentes. La logique mathématique nous dévoile les propriétés commutatives, associatives, distributives des opérations $\frown$ et $\smile$, et une foule d'autres relations très intéressantes; ces propriétés sont autant de formes de raisonnement; bien que simples, on les a remarquées seulement après l'introduction des symboles, et on ne les trouve pas dans les traités communs de logique. Cette science nous permet de reconnaître tout de suite si une définition est bien donnée, si une démonstration mathématique est bien conduite. Elle seule nous permet de trouver combien d'idées irréductibles entre elles il y a en arithmétique et en géométrie; et c'est un instrument de précision pour en analyser les principes.

Limitons-nous à l'écriture symbolique qui découle de la logique mathématique. Avec les symboles introduits, on représente toutes les relations de logique. En ajoutant des signes pour représenter les opérations, les relations et les idées qu'on rencontre dans les diverses branches des mathématiques, on peut exprimer toutes les propositions de ces branches avec une simplicité et une exactitude notables. Les signes de mathématique sont en partie bien connus, comme $+$, $-$, $=$, $>$, etc.; il faut en ajouter de nouveaux, comme N, Np, et nombre d'autres qu'on a formés ou qu'on formera selon le besoin.

La *Rivista di Matematica* publie maintenant, avec la collaboration de plusieurs professeurs, un *Formulaire de Mathématique*. Chaque chapitre de ce formulaire doit contenir toutes les propositions connues sur un sujet donné, énoncées en symboles. La réduction en symboles de chaque nouvelle branche des mathématiques exige beaucoup de travail; il faut analyser toutes les idées qui figurent dans cette branche, les réduire au minimum et puis les indiquer par des notations convenables; on n'arrive à une transformation satisfaisante qu'après plusieurs essais. La logique mathématique est arrivée à analyser les seules idées de logique; l'écriture symbolique générale pour représenter toute proposition de mathématique est encore à créer. Le *Formulaire* a déjà publié les formules de logique, d'algèbre élémentaire, les éléments de la théorie des nombres, la théorie des grandeurs géométriques, la théorie des ensembles de M. G. Cantor. Sont sous presse les théories des limites, des séries, des nombres algébriques; en préparation les théories des fractions continues, des combinaisons, des fonctions entières, des dérivées, etc. Tous les jours, c'est une

Digitized by Google

nouvelle branche des mathématiques qu'on analyse et qu'on traduit en symboles.

Il est à désirer qu'un plus grand nombre de savants publient, dans les divers périodiques de mathématique, des recueils de cette nature. Ils seront très utiles, plus utiles même que les répertoires bibliographiques; car toutes les propositions sur un sujet, traduites en symboles, occupent peu de place, moins de place que le recueil des titres des publications relatives à ce sujet. Dans des suppléments successifs, on pourra combler les lacunes, corriger les fautes et tenir ces tables de théorèmes au courant des nouveaux développements de la science.

M. le Général Michel FROLOV

à Genève.

SUR LES POLYGONES CIRCONSCRITS ET INSCRITS [K 9 a]

— Séance du 11 août 1894 —

1. — Deux polygones convexes seront dits *inscrit* ou *circonscrit*, l'un par rapport à l'autre, si les sommets du premier se trouvent sur les côtés du second, en les divisant en deux segments.

Soit donné un polygone K de n côtés $K_1K_2 = K_1$; $K_2K_3 = K_2$;...$K_nK_1 = K_n$. En menant par ses sommets les perpendiculaires aux bissectrices de ses angles K_1; K_2; ... K_n, on obtiendra un polygone circonscrit L dont les sommets seront les points d'intersection de ces perpendiculaires L_1, L_2, ... L_n et les côtés $L_1L_2 = l_1$; $L_2L_3 = l_2$; ... $L_nL_1 = l_n$.

On trouvera facilement les relations suivantes entre les angles des deux polygones :

$$L_1 = \frac{K_1 + K_2}{2}\ ;\ L_2 = \frac{K_2 + K_3}{2}\ ;\ \ldots\ L_n = \frac{K_n + K_1}{2} \qquad \text{(I)}$$

Si l'on circonscrit au polygone L de la même manière le polygone M, on aura les mêmes relations des angles :

$$M_1 = \frac{L_1 + L_2}{2}\ ;\ M_2 = \frac{L_2 + L_3}{2}\ ;\ \ldots\ M_n = \frac{L_n + L_1}{2}$$

Digitized by Google

ou, en y introduisant les angles du polygone proposé K :

$$M_1 = \frac{K_1 + 2K_2 + K_3}{4}\ ;\ M_2 = \frac{K_2 + 2K_3 + K_4}{4}\ ;\ \ldots\ M_n = \frac{K_n + 2K_1 + K_2}{4}$$

En circonscrivant successivement une série de polygones N, O, P, ... on aura de même :

$$N_1 = \frac{K_1 + 3K_2 + 3K_3 + K_4}{8}\ ;\ N_2 = \frac{K_2 + 3K_3 + 3K_4 + K_5}{8}\ ;\ \ldots$$

$$O_1 = \frac{K_1 + 4K_2 + 6K_3 + 4K_4 + K_5}{16};\ O_2 = \frac{K_2 = 4K_3 + 6K_4 + 4K_5 + K_6}{16};\ldots$$

$$P_1 = \frac{K_1 + 5K_2 + 10K_3 + 10K_4 + 5K_5 + K_6}{32}\ ;$$

$$P_2 = \frac{K_2 + 5K_3 + 10K_4 + 10K_5 + 5K_6 + K_7}{32}\ ;\ \ldots$$

et ainsi de suite.

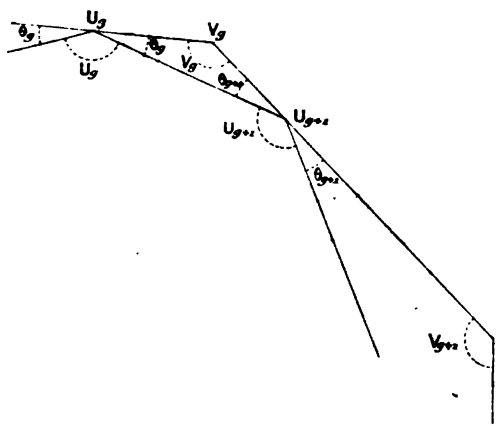


FIG. 1.

Il est évident que les angles des polygones tendront de plus en plus à devenir égaux, sans jamais atteindre l'égalité absolue. Les côtés des polygones partageront la même tendance. On le démontrera facilement, car en prenant dans cette série deux polygones successifs U et V et en considérant un triangle quelconque $U_gV_gU_{g+1}$, on en tire la relation *(fig. 1)* :

$$U_gV_g : V_gU_{g+1} = \sin\theta_{g+1} : \sin\theta_g = \cos\frac{U_{g+1}}{2} : \cos\frac{U_g}{2}.$$

Les angles U_g et U_{g+1} tendant à devenir égaux, les segments U_gV_g et

Digitized by Google

$V\,U_{g+1}$ auront la même tendance, de sorte que les triangles entre les côtés des deux polygones U et V tendront à devenir isocèles.

Un côté quelconque V_g du polygone circonscrit étant composé de deux segments V_gU_{g+1} et $U_{g+1}V_{g+1}$, on aura :

$$v_g = V_gU_{g+1} + U_{g+1}V_{g+1} = u_g \frac{\cos\frac{U_g}{2}}{\sin V_g} + u_{g+1}\frac{\cos\frac{U_{g+1}}{2}}{\sin V_{g+1}}$$

et comme les angles U et V tendent à devenir égaux, on peut poser :

$$v_g = (u_g + u_{g+1})C$$

où C est une constante. En faisant $g = 1, 2, 3 \ldots n$, on aura :

$$v_1 = (u_1 + u_2)C;\ v_2 = (u_2 + u_3)C;\ \ldots\ v_n = (u_n + u_1)C.$$

Pour les polygones suivants W, X, Y, Z ... on trouvera de même :

$$w_1 = (v_1 + v_2)C = (u_1 + 2u_2 + u_3)C;\quad w_2 = (u_2 + 2u_3 + u_4)C;\ \ldots$$
$$x_1 = (u_1 + 3u_2 + 3u_3 + u_4)C;\ x_2 = (u_2 + 3u_3 + 3u_4 + u_5)C;\ \ldots$$
$$y_1 = (u_1 + 4u_2 + 6u_3 + 4u_4 + u_5)C;$$
$$y_2 = (u_2 + 4u_3 + 6u_4 + 4u_5 + u_6)C;\ \ldots$$

et ainsi de suite.

On voit, comme précédemment pour les angles, que les côtés tendront de plus en plus à devenir égaux, et que, par conséquent, les polygones circonscrits se rapprocheront de plus en plus des polygones réguliers.

2. — En considérant les égalités (I) et en supposant d'abord que n est impair, on en tire les formules :

$$\left.\begin{array}{l} K_1 = L_1 + L_2 - L_3 + L_4 - L_5 + \ldots - L_n \\ K_2 = L_2 + L_3 - L_4 + L_5 - L_6 + \ldots - L_1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ K_n = L_n + L_1 - L_2 + L_3 - L_4 + \ldots - L_{n-1} \end{array}\right\} \quad (II)$$

Ainsi, pour n impair, tous les angles du polygone K, inscrit dans le polygone proposé L, de telle manière que les bissectrices de ses angles soient perpendiculaires aux côtés correspondants du polygone L, ont des valeurs déterminées. Il est évident que ces angles ne doivent ni devenir nuls, ni égaux à la somme de deux angles droits. On a ainsi n conditions nécessaires, pour qu'on puisse inscrire un tel polygone.

Digitized by Google

Si n est pair, les égalités (I) ne donneront qu'une seule égalité :

$$L_1 + L_3 + L_5 + \ldots + L_{n-1} = L_2 + L_4 + L_6 + \ldots + L_n \quad \text{(III)}$$

c'est-à-dire que dans ce cas la somme des angles de l'ordre impair du polygone proposé L doit être égale à la somme de ses angles de l'ordre pair. Telle est la condition nécessaire dans ce cas pour qu'il soit possible d'inscrire dans un polygone donné L un polygone K aux bissectrices perpendiculaires à ses côtés.

Ces conditions auxquelles doivent satisfaire les angles du polygone proposé indiquent l'impossibilité d'inscrire, par exemple, un triangle de cette espèce à tout triangle qui a un angle obtus ou droit, ou d'inscrire un

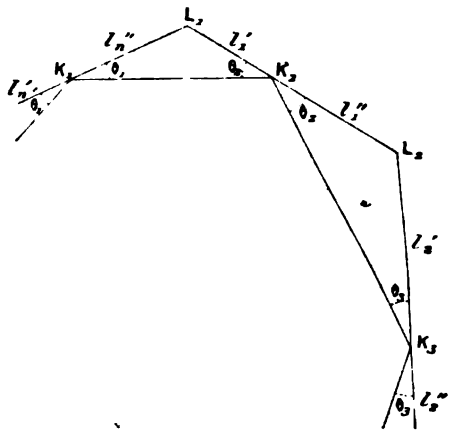


Fig. 2.

quadrangle à un quadrangle dans lequel la somme de deux angles opposés n'est pas égale à deux angles droits.

Il existe entre les segments des côtés d'un polygone circonscrit de cette espèce une relation que nous allons signaler *(fig. 2)*.

Soient les côtés du polygone circonscrit L:

$l_1 = L_1L_2$; $l_2 = L_2L_3$; ... $l_n = L_nL_1$, et leurs segments l'_1 et l''_1; l'_2 et l''_2 ; ..., de sorte que l'on ait $l_1 = l'_1 + l''_1$; $l_2 = l'_2 + l''_2$; ... Enfin les angles entre les côtés θ_1, θ_2, ...

Les triangles formés par les côtés des polygones K et L donneront les relations suivantes :

$$l'_1 : l''_n = \sin\theta_1 : \sin\theta_2$$
$$l'_2 : l''_1 = \sin\theta_2 : \sin\theta_3$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots$$
$$l'_n : l''_{n-1} = \sin\theta_n : \sin\theta_1.$$

Digitized by Google

En multipliant terme par terme on obtiendra la relation suivante :

$$l'_1 \times l'_2 \times \ldots \times l'_n = l''_1 \times l''_2 \times \ldots l''_n \qquad \text{(IV)}$$

qui exprime que le produit des segments antérieurs est égal à celui des segments postérieurs.

3. — Pour inscrire un polygone de cette espèce K dans un polygone proposé L, il suffit de développer son périmètre en une ligne brisée AB,

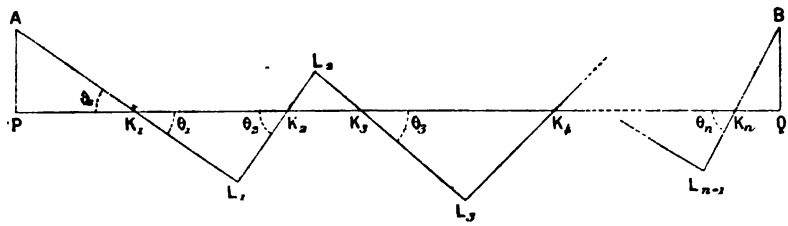


Fig. 3.

comme l'indiquent les figures 3 et 4, telle que l'on puisse mener une transversale PQ qui satisfasse aux conditions suivantes :

1° Elle doit couper en deux segments tous les côtés ; 2° les perpendiculaires AP et BQ abaissées des extrémités A et B sur cette transversale doivent être égales ; 3° la somme des angles $PAL_1 = A$ et $QBL_{n-1} = B$ doit être égale à l'angle L_n, en commençant par lequel est effectué le

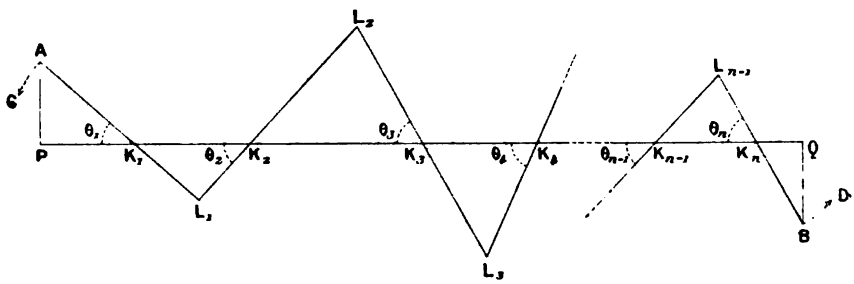


Fig. 4.

développement du polygone en ligne brisée. Si l'on trouve une transversale qui satisfasse à ces conditions, le problème est résolu, car la ligne PQ représentera le développement du polygone inscrit K, les points K_1, K_2 ... correspondront aux sommets de ce polygone et ses côtés seront :

$$K_1K_2 = k_1 ; \quad K_2K_3 = k_2 ; \ \ldots \ K_nQ + PK_1 = k_n.$$

La figure 4 se rapporte au cas où n est impair, la transversale passant alors entre les deux extrémités de la ligne brisée, et la figure 3 se rap-

Digitized by Google

porte au cas de n pair, quand les deux extrémités A et B restent du même côté de la transversale.

Pour construire cette transversale dans le cas de n impair, il faut, dans la figure 4, mener par les points A et B une ligne droite AB et la faire tourner autour de son milieu dans le sens indiqué par les flèches AC et BD jusqu'à ce que la somme des angles A et B devienne égale à l'angle L_n. Si, dans l'une de ses positions, cette condition est satisfaite et la droite coupe tous les côtés de la ligne brisée, ce sera la transversale cherchée et l'on aura une solution.

Pour n pair on mènera également la droite AB dans la figure 3 et on l'abaissera parallèlement à elle-même, jusqu'à ce qu'elle coupe tous les côtés de la ligne brisée. Ce sera la transversale cherchée, si la somme des angles A et B est égale à l'angle L_n.

Pour construire le polygone K dans le polygone L, il suffit de porter sur le côté L_nL_1 de ce dernier, à partir du sommet L_n, le segment $AK_1 = l'_1$; on aura ainsi le sommet K_1; puis tracer l'angle $L_1K_1K_2 = \theta_1$ et porter le côté $K_1K_2 = k_1$; on aura ainsi le second sommet K_2, et ainsi de suite.

On aura de cette manière un polygone inscrit K_1 qui satisfera aux conditions (II) ou (III), selon que n est impair ou pair, ainsi qu'à l'égalité (IV).

4. — Passons à une autre espèce de polygones circonscrits. Soient donnés deux polygones K et L, dont le dernier est circonscrit au premier, en menant les perpendiculaires aux bissectrices. Si l'on mène par ses sommets L_1, L_2 ... les droites parallèles aux côtés correspondants du polygone K, on obtiendra un troisième polygone M, tel que tous les triangles entre les périmètres de L et de M seront isocèles.

On en conclut qu'il n'est possible de circonscrire à un polygone proposé L un polygone aux triangles isocèles, que dans les cas où l'on peut lui inscrire un polygone aux bissectrices perpendiculaires à ses côtés, et par conséquent le polygone proposé doit satisfaire aux conditions des égalités (I).

Les conditions auxquelles doit satisfaire un polygone proposé M pour qu'on puisse lui inscrire un polygone L aux triangles isocèles, se déduisent facilement de la figure 5. Soient: $M_1M_2 = m_1$; $M_2M_3 = m_2$; ... $M_nM_1 = m_n$ et $M_1L_2 = m'_1$; $L_2M_2 = m''_1$; $M_2L_3 = m'_2$; $L_3M_3 = m''_2$; ... $M_nL_1 = m'_n$; $L_1M_1 = m''_n$.

Comme les triangles sont isocèles, on aura :

$$m'_1 = m''_n; \quad m'_2 = m''_1; \quad m'_3 = m''_2 \ldots$$

En ajoutant ces égalités, on trouvera l'égalité:

$$m_1 + m'_2 + \ldots + m'_n = m''_1 + m''_2 + \ldots + m''_n \ldots \qquad \text{(V)}$$

Digitized by Google

qui indique que la somme des segments antérieurs doit être égale à la somme des segments postérieurs des côtés du polygone proposé M.

Pour n impair, on déterminera tous les segments au moyen des formules :

$$\left.\begin{aligned} m'_1 = m''_n &= \frac{m_1 - m_2 + m_3 - \ldots + m_n}{2} \\ m'_2 = m''_1 &= \frac{m_2 - m_3 + m_4 - \ldots + m_1}{2} \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ m'_n = m''_{n-1} &= \frac{m_n - m_1 + m_2 - \ldots + m_{n-1}}{2} \end{aligned}\right\} \quad \text{(VI)}$$

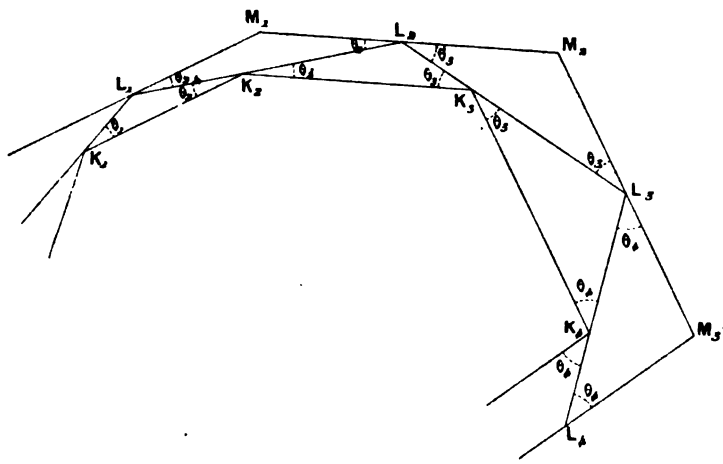


FIG. 5.

Donc, dans un polygone impair on ne pourra inscrire un polygone aux triangles isocèles que si les formules (VI) donnent pour tous les segments des grandeurs convenables. Cette condition sera toujours satisfaite si $n = 3$, car dans tout triangle la somme de deux côtés surpasse le troisième côté. Mais, dans un pentagone, elle ne sera satisfaite que si la somme de deux côtés adjacents quelconques, augmentée du côté opposé à leur sommet, surpasse la somme de deux autres côtés.

Pour n pair, on n'aura qu'une seule égalité :

$$m_1 + m_3 + m_5 + \ldots + m_{n-1} = m_2 + m_4 + m_6 + \ldots + m_n. \quad \text{(VII)}$$

On peut donc dans un polygone pair inscrire une infinité de polygones aux triangles isocèles, si la somme des côtés pairs est égale à la somme

Digitized by Google

des côtés impairs. Ainsi, on peut dans un carré ou un losange inscrire une infinité de quadrangles de cette espèce; mais on ne peut pas en inscrire un seul dans un parallélogramme aux côtés inégaux.

5. — M. Laisant, dans son Mémoire: *Sur quelques propriétés des polygones*, présenté en 1877 au Congrès du Havre, a démontré, entre autres propositions, celle-ci: « *Si l'on divise dans un même rapport les côtés d'un polygone fermé, le centre de gravité des points de division est le même que le centre de gravité des sommets.* »

Dans son Mémoire sur le centre de moyennes distances, inséré en 1893 dans le *Bulletin de la Société mathématique de France*, M. Haton de la Goupillière, membre de l'Institut, donne une nouvelle démonstration de cette proposition et le termine par la conclusion suivante:

« *On peut concevoir que des constructions convenablement imaginées aient pour résultat de réduire indéfiniment les dimensions du système quand on les répète successivement sur les polygones ainsi dérivés les uns des autres, et fassent converger ces derniers vers un point. S'il en est ainsi, ce point, quel que soit le mode de construction capable de cette particularité, ne pourra être que le centre de moyennes distances du polygone proposé. Je citerai comme un exemple cette remarque déjà connue* (*) *que, si l'on joint ensemble les milieux des côtés d'un polygone, puis les milieux des côtés de cette nouvelle figure, et ainsi de suite indéfiniment, les polygones successifs tendent infiniment à se réduire au centre des moyennes distances des sommets du proposé.* »

En effet, étant donné un polygone convexe H, si on le rapporte à un système d'axes rectangulaires OX et OY et si l'on nomme x_1 et y_1 les coordonnées du sommet H_1; x_2 et y_2 celles de H_2 ... x_n et y_n celles de H_n; les coordonnées moyennes x et y de tous les sommets seront:

$$x = \frac{x_1 + x_2 + \ldots + x_n}{n} \text{ et } y = \frac{y_1 + y_2 + \ldots y_n}{n}.$$

Les coordonnées des milieux de ses côtés H_1H_2; H_2H_3 ... H_nH_1 que nous nommerons G_1, G_2 ... G_n seront respectivement:

$$\frac{x_1 + x_2}{2}, \frac{x_2 + x_3}{2}, \ldots \frac{x_n + x_1}{2} \text{ et } \frac{y_1 + y_2}{2}, \frac{y_2 + y_3}{2}, \ldots \frac{y_n + y_1}{2}$$

(*) D'Ocagne, *Sur une suite de polygones.* (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1885-1886).

Digitized by Google

et les coordonnées moyennes de tous ces points, qui sont les sommets du polygone inscrit G, seront :

$$\frac{\frac{x_1+x_2}{2}+\frac{x_2+x_3}{2}+\ldots+\frac{x_n+x_1}{2}}{n}=x,$$

et

$$\frac{\frac{y_1+y_2}{2}+\frac{y_2+y_3}{2}+\ldots+\frac{y_n+y_1}{2}}{n}=y.$$

Donc, elles sont restées les mêmes, et par conséquent, en inscrivant successivement de la même manière les polygones F, E, etc., le centre des moyennes distances des sommets des polygones restera toujours le

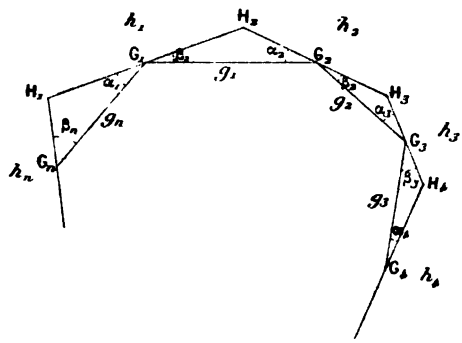


FIG. 6.

même, ce qui permettra de déterminer avec une approximation voulue le centre des moyennes distances des sommets d'un polygone proposé.

Signalons encore une propriété des polygones de cette espèce *(fig. 6)*.

En nommant h_1, h_2 ... h_n les côtés du polygone H, et g_1, g_2 ... g_n ceux du polygone inscrit G ; α_1 et β_1, α_2 et β_2 ... les angles formés par leurs côtés, on tirera des triangles $G_1H_2G_2$, $G_2H_3G_3$ ... les égalités suivantes :

$$h_1 \sin \beta_1 = h_2 \sin \alpha_2;\ h_2 \sin \beta_2 = h_3 \sin \alpha_3;\ \ldots\ h_n \sin \beta_n = h_1 \sin \alpha_1.$$

En les multipliant, on trouvera :

$$\sin \beta_1 \times \sin \beta_2 \times \ldots \times \sin \beta_n = \sin \alpha_1 \times \sin \alpha_2 \times \ldots \times \sin \alpha_n \quad \text{(VIII)}$$

relation analogue à celle qui est exprimée par l'égalité (IV) et qui existe pour les polygones circonscrits aux côtés perpendiculaires aux bissectrices.

Avant de terminer ce Mémoire, nous nous permettrons de donner un second exemple d'application du principe énoncé par l'illustre géomètre dans sa conclusion citée plus haut.

Digitized by Google

Si l'on considère un polygone quelconque aux sommets duquel sont appliquées des masses différentes et qu'en prenant sur ses côtés des points éloignés des deux sommets adjacents à des distances inversement proportionnelles à leurs masses, on joint ces points entre eux de manière à former un polygone inscrit au polygone proposé, le centre de gravité des sommets des deux polygones sera le même.

En répétant indéfiniment cette opération, les masses des sommets des polygones successifs tendront à devenir de plus en plus égales, ce qui est facile à démontrer de la même manière que nous avons employée à l'article 1 (*). Les masses des sommets devenant à peu près égales, les points de division des côtés se rapprocheront de plus en plus des milieux de ces côtés, ce qui facilitera la réduction des polygones au centre de gravité des sommets du polygone proposé.

M. le Général Michel FROLOV

à Genève.

SUR LES COURBES ÉQUIDISTANTES [O2b]

— Séance du 11 août 1894 —

1. — Une courbe est *équidistante* de deux autres courbes, si chacun de ses points est également distant de ces dernières, que, pour abréger, nous nommerons ses *conductrices*. Comme on mesure la distance d'un point à une courbe suivant la normale qu'on peut lui mener par ce point, la courbe équidistante est évidemment le lieu géométrique des centres des cercles tangents aux deux conductrices. Si ces cercles sont tous égaux, l'équidistante et ses conductrices sont des courbes parallèles les unes aux autres. On peut prendre pour conductrices les droites et les points qui peuvent être considérés comme des cercles, dont les rayons sont infiniment grands ou infiniment petits.

(*) Ainsi, les masses des sommets d'un triangle quelconque étant dans le rapport 1, 2, 3 ; les masses des sommets du premier triangle inscrit seront dans le rapport 3, 4, 5 ; du second — 7, 8, 9 ; du troisième — 15, 16, 17 ; du quatrième — 31, 32, 33 ; du cinquième — 63, 64, 65, etc.

Digitized by Google

On connaît depuis Apollonius de Perga, qui vivait au IIIe siècle avant notre ère, que toute conique est une équidistante de deux cercles dont les centres sont les foyers de cette conique. Si ces cercles se coupent, il y a deux équidistantes, qui passent par les deux points de leur intersection et y sont normales l'une à l'autre : une ellipse, située entre la convexité de l'un et la concavité de l'autre cercle, dans les parties du plan n'appartenant qu'à l'un d'eux, et une branche d'hyperbole, située entre les concavités et entre les convexités des deux cercles, dans les parties du plan appartenant aux deux cercles ou n'appartenant à aucun d'eux. Si l'un des cercles est à l'intérieur de l'autre, l'hyperbole disparaît, et s'ils sont extérieurs l'un à l'autre, c'est l'ellipse qui disparaît.

Si l'un des cercles est remplacé par une droite coupant l'autre cercle, on aura deux paraboles, et si la droite ne coupe pas le cercle, il n'y aura qu'une seule parabole.

2. — Tout cela est facile à démontrer. Dans le cas de deux cercles qui se coupent *(fig. 1)*, dont les centres sont F_1 et F_2 et les rayons R_1 et R_2, si l'on considère un point quelconque M, situé à l'intérieur d'un des cercles et éloigné des deux cercles de la distance $MN_1 = MN_2 = z$, on aura deux égalités :

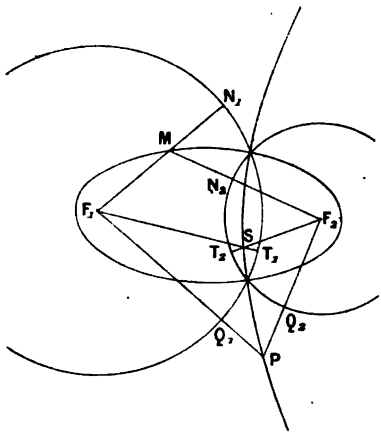


FIG. 1.

$$MF_1 = R_1 - z$$
$$MF_2 = R_2 + z.$$

En les ajoutant, on obtiendra :

$$MF_1 + MF_2 = R_1 + R_2.$$

La somme des distances de M aux centres F_1 et F_2 étant ainsi constante, ce point appartiendra nécessairement à une ellipse dont les foyers sont F_1 et F_2 et le grand axe $2a$ sera déterminé par la formule $2a = R_1 + R_2$.

Si l'on considère un point quelconque P, situé en dehors des deux cercles, à la distance $PQ_1 = PQ_2 = z$, on aura encore deux égalités $PF_1 = R_1 + z$ et $PF_2 = R_2 + z$, et leur différence $PF_1 - PF_2 = R_1 - R_2$ sera aussi constante. Par conséquent, le point P appartiendra à une hyperbole dont les foyers sont F_1 et F_2 et le grand axe $2a$ sera déterminé par la formule $2a = R_1 - R_2$. Enfin, pour un point S, situé à l'intérieur des deux cercles, si l'on a $ST_1 = ST_2 = z$, on aura les égalités $SF_1 = R_1 - z$ et $SF_2 = R_2 - z$, et leur différence sera la même que pour le point P. Donc le point S appartiendra à la même hyperbole.

Digitized by Google

Si les conductrices sont un cercle *(fig. 2)* dont le centre est F et le rayon R, et une droite EE′ dont la distance à F est $EF = e$, il y aura deux équidistantes S_1P_1 et S_2P_2. On aura pour un point M de la première, traversant le petit secteur du cercle HC_2K, $MN = MI = z$. Si l'on mène D_1D_1' parallèlement à EE′, à la distance $ED_1 = R$, on aura $ML = MF = R + z$. Donc le point M est également distant de F et de la droite DD′, et par conséquent la courbe S_1P_1 est une parabole, dont la droite DD′ est la directrice et le point F est le foyer. Le paramètre de cette parabole est $p_1 = D_1F = EC_1 = R + e$.

On démontrera de la même manière que la seconde équidistante S_2P_2, qui traverse le grand secteur du cercle HC_1K, est aussi une parabole dont la directrice est D_2D_2', qui se trouve de l'autre côté de la conductrice EE′,

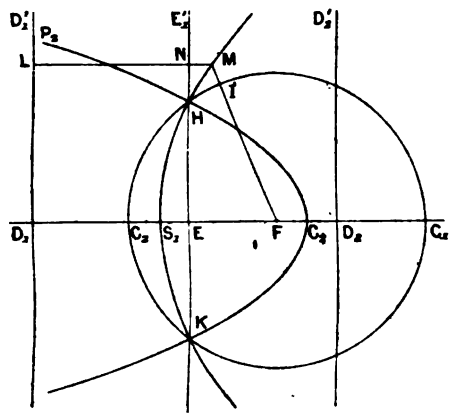


Fig. 2.

à la distance $ED_2 = R$, et le paramètre $p_2 = D_2F = EC_2 = R - e$. Si la conductrice EE′ passe par le centre du cercle F, on aura $e = 0$, et les deux paraboles auront le même paramètre $p = R$. Enfin si la conductrice EE ne coupe pas le cercle, il n'y aura qu'une seule parabole, dont le paramètre est $p = R + e$.

Il résulte de ces formules que toute conique, considérée comme équidistante, peut être tracée d'une infinité de manières différentes, car pour une ellipse ou une hyperbole donnée on a l'équation indéterminée $R_1 \pm R_2 = 2a$ et pour une parabole $R \pm e = p$, dans lesquelles on peut assigner à l'une des deux variables R_1 et R_2 ou R et p des valeurs quelconques et obtenir autant de valeurs différentes pour la seconde de ces variables. Donc on peut tracer toutes les coniques, considérées comme des équidistantes, d'autant de manières que l'on veut.

Digitized by Google

3. — On sait que les anciens attachaient beaucoup de prix aux constructions graphiques au moyen de la règle et du compas. La construction graphique des courbes équidistantes rentre dans ce cas, car le tracé des cercles tangents à deux conductrices n'exige que l'emploi de la règle et du compas. Il est donc utile de rechercher quelles sont les courbes de degrés supérieurs au deuxième degré qui sont des équidistantes de deux conductrices. Le cas le plus simple est celui où les conductrices sont une parabole et un point situé sur son axe.

Nous nous bornerons ici à deux cas. Considérons d'abord l'équidistante

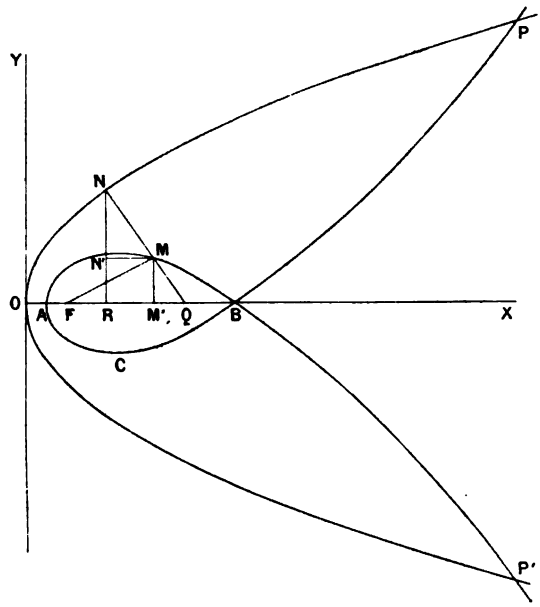


FIG. 3.

d'une parabole et de son foyer. Soient OX et OY les axes des coordonnées rectangulaires *(fig. 3)*, POP' la parabole donnée et F son foyer; M un point de la courbe cherchée, OM' $= x$ et MM' $= y$ ses coordonnées, NQ la normale menée à la parabole du point M; OR $= u$ et NR $= v$ les coordonnées du point N de la parabole, prises sur les axes OX et OY. Soit l'équation de la parabole :

$$v^2 = 2pu \qquad (1)$$

La sous-normale de la parabole étant QR $= p$, on tirera des deux triangles semblables NQR et MNN' la proportion :

$$v : p = y : (u + p - x)$$

Digitized by Google

qui donne la seconde équation :

$$py = v(u + p - x) \tag{2}$$

Le point M supposé également distant du point F et de la parabole, on aura FM = MN, ou MN $= \sqrt{(v-y)^2 + (x-u)^2}$ et FM $= \sqrt{y^2 + \left(x - \frac{p}{2}\right)^2}$, et l'on déduira la troisième équation :

$$v^2 - 2vy - 2ux + u^2 = \frac{p^2}{4} - px \tag{3}$$

On tire de l'équation (1) $u = \frac{v^2}{2p}$ et on substitue u dans les équations (2) et (3). Ainsi on obtiendra deux équations ne contenant pas la variable u :

$$py = v\left[\frac{v^2}{2p} + p - x\right] \tag{4}$$

$$v^2 - 2vy - \frac{v^2}{p}x + \frac{v^4}{4p^2} = \frac{p^2}{4} - px \tag{5}$$

qui donneront, après l'élimination de la variable y, l'équation :

$$-\frac{3v^4}{4p^2} - v^2 + \left(\frac{v^2}{p} + p\right)x = \frac{p^2}{4};$$

d'où l'on tire :

$$v = \sqrt{\frac{4}{3}p\left(x - \frac{p}{4}\right)}.$$

En mettant cette expression de v dans l'équation (4) on obtiendra l'équation de l'équidistante :

$$y^2 = \frac{4}{27p}\left(x = \frac{p}{4}\right)\left(x - \frac{5}{2}p\right)^2 \tag{I}$$

qui montre que cette courbe est une des variétés des courbes du troisième degré que Newton nomma *paraboles divergentes*, dont l'équation générale est :

$$y^2 = \frac{(x-a)(x-b)(x-c)}{m}$$

et qui peuvent reproduire par la projection ou la perspective toutes les courbes du troisième degré.

Cette équidistante coupe l'axe des x en deux points : A, au milieu de la

Digitized by Google

distance OF entre le sommet et le foyer de la parabole, et B, à la distance du sommet OB $= \frac{5}{2}p$. Elle est composée d'une boucle AMBC et de deux branches paraboliques infinies, avec un point double B.

4. — Passons au second cas et considérons l'équidistante entre une parabole POP' et son sommet O *(fig. 4)*.

En conservant les mêmes notations, on aura également trois équations avec quatre variables :

$$u, v, x, y.$$

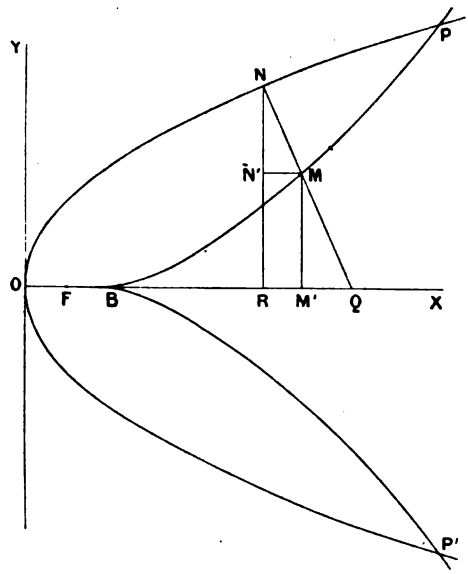


FIG. 4.

L'équation de la parabole :

$$v^2 = 2pu \tag{1}$$

Celle qui se déduit des triangles semblables NQR et MNN' :

$$py = v(u + p - x) \tag{2}$$

et enfin celle qui résulte de l'équidistance du point M :

$$MN = MO, \text{ ou } MN = \sqrt{(v - y)^2 + (x - u)^2} \text{ et } MO = \sqrt{x^2 + y^2}$$

d'où l'on déduit :

$$v^2 - 2vy - 2ux + u^2 = 0. \tag{3}$$

Digitized by Google

En mettant dans (2) et (3) $u = \frac{v^2}{2p}$, on aura deux nouvelles équations :

$$y = v\left(1 + \frac{v^2}{2p} - \frac{x}{p}\right) \tag{4}$$

et

$$y = \frac{v}{2}\left(1 + \frac{v^2}{4p^2} - \frac{x}{p}\right). \tag{5}$$

En éliminant y, on trouvera :

$$v = \sqrt{\frac{4}{3}\,p(x - p)}\,.$$

En mettant cette expression dans (4) on obtiendra l'équation de l'équidistante :

$$y^2 = \frac{4}{27p}\,(x - p)^3\,. \tag{II}$$

C'est encore une parabole divergente, de la même espèce que la développée de la parabole ou l'enveloppe de ses normales, représentée par l'équation :

$$y^2 = \frac{8}{27p}\,(x - p)^3\,.$$

Elle est composée de deux branches paraboliques infinies, formant un point de rebroussement B à la distance du sommet égal à p.

Après avoir construit cette équidistante, il suffit, pour obtenir la developpée, d'augmenter toutes ses ordonnées dans le rapport $\sqrt{2} : 1 = 1{,}414\ldots$

On peut se proposer la question inverse : étant données une équidistante et une de ses conductrices, trouver sa seconde conductrice. Il est évident que cette dernière est l'enveloppe des cercles tangents à la conductrice donnée, dont les centres se trouvent sur l'équidistante, et que la question proposée peut être résolue au moyen des procédés de la théorie des enveloppes.

Digitized by Google

M. Ed. MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Docteur ès sciences mathématiques, à Toulouse.

SUR UNE PROPRIÉTÉ DES NOMBRES REPRÉSENTÉS DANS UN SYSTÈME DE NUMÉRATION DE BASE QUELCONQUE [I 1]

— Séance du 11 août 1894 —

Soient b une base quelconque d'un système de numération:

$$(1) \qquad N = a_{\alpha-1}b^{\alpha-1} + a_{\alpha-2}b^{\alpha-2} + \ldots + a_1 b + a_0$$

un nombre quelconque dans ce système, p un nombre quelconque ($p < N$), et $a_{\alpha-1} \neq 0$; $a_{\alpha-1}, a_{\alpha-2}, \ldots, a_1, a_0$ sont tous $< b$ et $\geqslant 0$.

Formons la somme des chiffres significatifs des nombres

$$(2) \qquad N,\ N-1,\ \ldots,\ N-p+1$$

et soit $\Sigma_p(N)$ cette somme.

La somme des chiffres significatifs des nombres (2) est pour chacun d'eux $\leqslant \alpha(b-1)$, et, par suite,

$$N' = \Sigma_p(N) < p(b-1)\alpha,$$

car, pour certains des nombres (2), elle sera $< \alpha(b-1)$.

Opérons sur N′ comme nous l'avons fait sur N, et ainsi de suite.

On obtient une succession de nombres:

$$(3) \qquad \left\{ \begin{array}{l} N,\ N',\ N'',\ \ldots; \\ \text{ou} \quad N,\ \Sigma_p(N),\ \Sigma_p(N'),\ \ldots \end{array} \right.$$

Le premier des nombres de cette suite pour lequel on ne pourra affirmer qu'il est inférieur aux précédents sera $N^{(i+1)} = \Sigma_p(N^{(i)})$, si l'on a

$$(4) \qquad N^{(i)} < p(b-1)\alpha_i$$

avec $\qquad N^{(i)} = a_{\alpha_i-1}b^{\alpha_i-1} + \ldots, \quad$ et $\quad a_{\alpha_i-1} > 0.$

Digitized by Google

(4) exige donc :

$$b^{\alpha_i - 1} < p(b-1)\alpha_i. \tag{5}$$

p et b étant donnés, l'inégalité (5) n'est satisfaite que pour des valeurs de α_i limitées, et l'opération Σ_p conduit alors, quel que soit N, à un nombre inférieur à une limite déterminée A.

Si donc l'opération Σ_p effectuée assez de fois sur tous les nombres inférieurs à A conduit pour tous à une propriété commune, elle sera commune à tous les nombres N quel que soit N, à condition d'effectuer assez de fois sur N l'opération Σ_p.

Si on suppose en particulier $p < b$, (5) donne :

$$b^{\alpha_i - 1} < b^2 \alpha_i$$

et si $b \geqslant 4$, $\alpha_i \leqslant 3$; en sorte qu'on n'a à examiner que les nombres inférieurs à b^3 de la forme $A_2 b^2 + A_1 b + A_0$, et parmi eux, d'après (4) ceux qui satisfont à :

$$A_2 b^2 + A_1 b + A_0 < 3p(b-1).$$

On voit de suite qu'il faut $A_2 < 3$, et même, quand $p \leqslant \frac{b}{2}$, $A_2 \leqslant 1$ et quand $p \leqslant \frac{b}{3}$, $A_2 = 0$.

Pour $b = 10$, $p = 3$, on n'a à examiner que les 99 premiers nombres (on peut d'ailleurs réduire ce nombre par des procédés analogues).

Soit, en général, $p = 3 + 4k$, $k \geqslant 0$ et $b = 2ph + 1$ avec $h \geqslant 2$. On a $b > 3p$ et pour que les opérations successives $\Sigma_p(N)$, $\Sigma_p(N')$, ... conduisent toujours à un nombre divisible par $2p$, il faut et il suffit que cela ait lieu pour les nombres $N_1 < b^2$, ou de la forme :

$$N_1 = A_1 b + A_0 \equiv 0 \qquad (\text{mod. } p).$$

puisque $\Sigma_p(N)$, $\Sigma_p(N')$, ... sont ici tous $\equiv 0$ (mod. p).

Soit $$A_0 = p - 1 + \alpha.$$

Si $$\alpha \geqslant 0,\ \Sigma_p(N_1) = p\left(A_1 + A_0 - \frac{p-1}{2}\right) \tag{6}$$

Si $$\alpha = -\alpha' < 0,\ A_0 = p - 1 - \alpha',$$

$$\Sigma_p(N_1) = p\left(A_1 + A_0 - \frac{p-1}{2}\right) + \alpha'(b-1). \tag{7}$$

Digitized by Google

De plus :

$$\Sigma_p(N_1) < 2p(b-1) < b^2$$

et :

$$N'_1 = \Sigma_p(N_1) = A'_1 b + A_0$$

$$A'_1 + A'_0 = \Sigma_p(N'_1) - A'_1(b-1) \qquad (8)$$

$b-1$ est pair et $\frac{p-1}{2}$ impair.

Donc, $\Sigma_p(N_1)$ et $A_1 + A_0$ ne sont pas tous deux pairs ou impairs, d'après (6) et (7) ; $\Sigma_p(N'_1)$ et $A'_1 + A'_0$ ne sont pas tous deux pairs ou impairs; mais $\Sigma_p(N_1)$ et $A'_1 + A'_0$ sont à la fois pairs ou à la fois impairs, d'après (8) ; l'un des deux nombres $\Sigma_p(N_1)$, $\Sigma_p(N'_1)$ sera toujours impair et l'autre pair.

Les opérations successives $\Sigma_p(N)$, $\Sigma_p(N')$, ..., $\Sigma_p(N_1)$, $\Sigma_p(N'_1)$ donnant toujours des nombres $\equiv 0$ (mod. p), on voit de suite qu'un des deux nombres $\Sigma_p(N_1)$, $\Sigma_p(N'_1)$ sera divisible par $2p$. (C. Q. F. D.)

Un raisonnement semblable, mais un peu plus compliqué, paraît applicable à d'autres valeurs de p et b.

M. Ed. MAILLET

Ingénieur des Ponts et Chaussées, à Toulouse.

SUR LES CARRÉS LATINS D'EULER [Q4 b α]

— Séance du 11 août 1891 —

I

Considérons deux carrés de côté n :

$$(1) \qquad B = \begin{cases} d_0^0 & d_1^0 & \dots & d_{n-1}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ d_0^{n-1} & d_1^{n-1} & \dots & d_{n-1}^{n-1} \end{cases} \qquad B' = \begin{cases} \delta_0^0 & \delta_1^0 & \dots & \delta_{n-1}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \delta_0^{n-1} & \delta_1^{n-1} & \dots & \delta_{n-1}^{n-1} \end{cases}$$

dont chacun est formé avec n lettres répétées chacune n fois.

Digitized by Google

Dans le cas où l'un de ces carrés ne contiendrait dans aucune de ses lignes ni de ses colonnes deux lettres identiques, nous dirons que c'est un carré latin (*).

Formons maintenant un carré A de côté n, où le terme se trouvant dans la $(i+1)^{\text{ème}}$ ligne et la $(j+1)^{\text{ème}}$ colonne sera $d_j^i + \delta_j^i n$. Nous dirons que le carré A est dérivé de B et de B′ (**).

Supposons que dans B d'une part, dans B′ d'autre part, nous remplacions les n lettres dans un ordre quelconque par les nombres $0, 1, \ldots, n-1$, et que nous fassions la même substitution dans A. Les nombres du carré A seront tous inférieurs à n^2.

Appelons alignement la disposition formée par une suite de n nombres distincts ou non d'un des carrés A, B ou B′, pris dans un ordre quelconque.

La condition nécessaire et suffisante pour que A soit formé avec les n^2 premiers nombres $0, 1, \ldots, n^2-1$ est qu'à tout alignement formé dans B par n nombres égaux corresponde dans B un alignement formé des n nombres distincts $0, 1, \ldots, n-1$.

Si ceci a lieu et si de plus B et B′ sont latins, le système de ces n alignements dans B et B′ sera tel qu'aucun de ces alignements n'ait un emplacement commun avec un alignement du même système ou deux emplacements communs avec une ligne ou une colonne quelconque. Les n alignements de B contiennent chacun les n nombres $0, 1, \ldots, n-1$, et on voit facilement que A est semi-magique.

Réciproquement, si B est latin et possède un système de n alignements distincts, n'ayant deux à deux aucun emplacement commun, n'ayant qu'un emplacement commun avec chaque ligne et chaque colonne et formés chacun des n nombres distincts $0, 1, \ldots, n-1$, dans un certain ordre; si l'on substitue dans chacun de ces alignements aux nombres $0, 1, \ldots, n-1$, n nombres égaux à un seul des nombres $0, 1, \ldots, n-1$, mais différents d'un alignement à l'autre, on obtient un carré B′ latin, et, par suite, d'après ce qui précède, A, dérivé de B et de B′, est semi-magique.

Les conditions que nous venons d'énumérer pour le carré latin B sont donc nécessaires et suffisantes pour qu'à B on puisse faire correspondre un carré semi-magique A dérivé du carré latin B et d'un autre carré latin (***).

(*) Cette dénomination est inspirée d'un Mémoire d'Euler (*Mémoire de la Société de Flessingue, Commentationes arithmeticæ*, t. II, Pétersbourg, 1849, p. 302) et d'une note de M. Cayley (*On Latin Squares, Mess. of Math.*, t. XIX, p. 135).

(**) Ces considérations sont analogues à celles des « abaques » de M. G. Arnoux (*Les Espaces arithmétiques hypermagiques*. Gauthier-Villars, 1894).

(***) Ces considérations reviennent à celles qu'on peut tirer des « formules directrices » d'Euler et des carrés B′ formés à l'aide de ces formules directrices. Voir aussi à ce sujet deux notes que nous publions, l'une dans le *Quarterly Journal*, l'autre dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse* (1894) sur les applications de la *théorie des substitutions* à celle des carrés magiques.

Digitized by Google

II

Dans les quatre premières sections de son *Mémoire de la Société de Flessingue*, Euler considère ce qu'il appelle les carrés latins « à $q^{\text{ème}}$ marche ».

Un carré latin B, à première ou simple marche, est de la forme:

$$B_1 = \begin{cases} 0, 1, 2, \ldots, m-2, m-1 \\ 1, 2, 3, \ldots, m-1, 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ m-1, 0, 1, \ldots, m-3, m-2 \end{cases}$$

ou plus généralement de la forme:

$$(2) \qquad B_1 = \begin{cases} x_0, & x_1, \ldots, x_{m-1} \\ x_1, & x_2, \ldots, x_0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ x_{m-1}, & x_0, \ldots, x_{m-2}. \end{cases}$$

En appelant diagonale de première espèce les diagonales parallèles à la diagonale principale $d_0^0, \ldots, d_{n-1}^{n-1}$ du carré B, et diagonales de deuxième espèce celles qui sont parallèles à la diagonale principale $d_0^{n-1}, \ldots, d_{n-1}^0$, on voit que la condition nécessaire et suffisante pour que le carré latin B soit à première marche est que dans toute diagonale complète de deuxième espèce les n éléments soient tous égaux (*).

Un carré latin B de côté $n = mq$ sera à $q^{\text{ème}}$ marche s'il est formé de m^2 carrés A_j^i présentant (**) la disposition

$$(3) \qquad C = \begin{cases} A_0^0, & A_1^0, & \ldots, A_{m-1}^0 \\ A_0^1, & A_1^1, & \ldots, A_{m-1}^1 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ A_0^{m-1}, & A_1^{m-1}, & \ldots, A_{m-1}^{m-1} \end{cases}$$

(*) En se reportant à nos notes précitées, on voit facilement qu'alors le groupe G dérivé des substitutions $S_{0j} = \begin{pmatrix} d_0^0, & d_1^0, & \ldots, & d_{n-1}^0 \\ d_0^j, & d_1^j, & \ldots, & d_{n-1}^j \end{pmatrix}$ est formé des puissances d'une substitution circulaire d'ordre n.

(**) Exemple :

$$B = \begin{cases} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ 3 & 4 & 2 & 1 \\ 4 & 3 & 1 & 2 \end{cases} \quad C = \begin{cases} A_0^0 & A_1^0 \\ A_0^1 & A_1^1 \end{cases} \text{ avec } A_0^0 = \begin{cases} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{cases}, \quad A_0^1 = \begin{cases} 3 & 4 \\ 4 & 3 \end{cases}, \quad A_1^0 = \begin{cases} 3 & 4 \\ 4 & 3 \end{cases}, \quad A_1^1 = \begin{cases} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{cases}$$

On voit facilement que, pour un carré latin à $q^{\text{ème}}$ marche, le groupe G dérivé des substitutions S_{0j} admet une répartition de ses lettres q à q et que G est composé avec un groupe formé des substitutions de G qui permutent exclusivement entre elles les lettres de chaque système.

Digitized by Google

chacun de ces carrés étant formé avec q éléments répétés chacun q fois et n'ayant pas deux éléments identiques dans une ligne ou une colonne quelconque, et les carrés A_j^i, $A_{j'}^{i'}$, ..., contenus dans une même diagonale complète de deuxième espèce quelconque du tableau C étant formés avec les mêmes q éléments. Si on considère alors les symboles, mais non les carrés A_j^i, $A_{j'}^{i'}$, ..., comme égaux quand ces carrés sont formés avec les mêmes q éléments, on voit que :

La condition nécessaire et suffisante pour que le carré latin B *de côté* $n = mq$ *soit à* $q^{ième}$ *marche est que le carré* C *des symboles* A_j^i *soit à première marche.*

Dans les quatre premières sections de son Mémoire, Euler s'est à peu près borné au cas où $q < 4$.

Il a montré que :

1° Étant donné un carré latin B à simple ou première marche, on ne pouvait en déduire un carré semi-magique A dérivé de B et d'un autre carré latin B′, quand le côté n est pair (*).

2° Il en est de même quand B est à troisième (ou triple) marche et que $n = 6$ ou 12; « il semble qu'on puisse hardiment tirer la même conclusion » pour tous les cas où B est à triple marche et n pair (**).

3° Il en est de même quand B est à marche impaire q et que $n = 2q$ (***).

Ces propriétés sont comprises dans une propriété unique, dont la démonstration est inspirée des démonstrations d'Euler, et que nous allons établir ci-dessous :

THÉORÈME I. — *Si le carré* B *latin est à* $q^{ième}$ *marche et de côté* $n = mq$, *on ne pourra en déduire un carré semi-magique* A *dérivé de* B *et d'un autre carré latin, si l'on a à la fois* m *pair et* q *impair.*

Supposons qu'il existe un carré latin B′ tel que le carré A dérivé de B et de B′ soit semi-magique.

Les n nombres 0, 1, 2, ..., $n - 1$ qui, répétés chacun n fois, forment B sont tous de la forme $a + bq$ (****), a ayant une des q valeurs 0, 1, ..., $q - 1$, et b une des m valeurs 0, 1, ..., $m - 1$. On peut toujours, sans que le carré A dérivé cesse d'être semi-magique, substituer simultanément aux n nombres 0, 1, ..., $n - 1$ de B et B′ ces n nombres dans un ordre quelconque différent ou non, de telle sorte que les q nombres répétés q fois qui entrent dans A_j^0 soient les nombres jq, $jq + 1$, ..., $jq + q - 1$. Les q nombres qui entrent dans les carrés A_j^i faisant partie d'une même

(*) Mémoire déjà cité, p. 309.
(**) Mémoire déjà cité, p. 340.
(***) Mémoire déjà cité, p. 341.
(****) Au sujet des notations de ce genre, voir dans le livre déjà cité de M. G. ARNOUX, p. 76, « *les systèmes de numération à base multiple* ».

Digitized by Google

diagonale de deuxième espèce de C correspondent donc à une même valeur de b; et comme A_j^i est dans la même diagonale complète que A_{j+i}^0 (où $j+i$ doit être réduit à son plus petit résidu positif, $\text{rés}_m\,(j+i)$, (mod. m)) ces q nombres seront pour A_{j+i}^0 et A_j^i:

$$q\ \text{rés}_m\,(j+i),\ q\ \text{rés}_m\,(j+i)+1,\ \ldots\ q\ \text{rés}_m\,(j+i)+q-1.$$

A étant semi-magique, nous avons vu à la fin du § I que B contenait n alignements jouissant de certaines propriétés. Parmi ces alignements, considérons-en un qui contienne un emplacement du carré A_0^0, par exemple. Puisqu'il n'a qu'un emplacement commun avec chaque ligne ou colonne de B, cet alignement contiendra exactement q emplacements appartenant à l'ensemble des carrés A_0^i faisant partie de la première colonne de C; soient:

$$a_0^0+b_0^0q,\ a_0^1+b_0^1q,\ \ldots,\ a_0^{q-1}+b_0^{q-1}q$$

les q nombres occupant ces q emplacements, et

$$c_0^0,\ c_0^1,\ \ldots,\ c_0^{q-1}$$

les lignes de C auxquelles appartiennent les carrés A_0^i dont ils font partie.

On voit encore que le même alignement contiendra q emplacements appartenant à des carrés A_j^i de la $(1+j)^{\text{ème}}$ colonne de C, et occupés par les nombres:

$$(4)\qquad a_j^0+b_j^0q,\ a_j^1+b_j^1q,\ \ldots,\ a_j^{q-1}+b_j^{q-1}q$$

les lignes de C auxquelles appartiennent les carrés A_j^i dont ces emplacements font partie étant

$$(5)\qquad c_j^0,\ c_j^1,\ \ldots,\ c_j^{q-1}.$$

Ceci posé, remarquons que $a_j^l+b_j^lq$ appartient au carré $A_j^{c_j^l-1}$ de C; nous avons vu que:

$$(6)\qquad b_j^l=\text{rés}_m\,(j+c_j^l-1)\equiv j+c_j^l-1\ (\text{mod. } m).$$

L'alignement en question est formé de n nombres de la forme (4), tous distincts, égaux dans un certain ordre à $0, 1, 2, \ldots, n-1$. Parmi ces n nombres il y en aura toujours m qui seront congrus (mod. q) à un des nombres $0, 1, \ldots, q-1$ arbitrairement choisi, c'est-à-dire que parmi les n^2 nombres a_j^l il y en aura m égaux à un des nombres $0, 1, \ldots, q-1$. Donc:

$$\begin{aligned}(7)\quad & a_0^0+a_0^1+\ldots+a_0^{q-1}+\ldots+a_j^0+a_j^1+\ldots+a_j^{q-1}+\ldots\\ & +a_{m-1}^0+a_{m-1}^1+\ldots+a_{m-1}^{q-1}=m\,[0+1+\ldots+q-1]\\ & =m\,\frac{q(q-1)}{2}\end{aligned}$$

Digitized by Google

Pour la même raison, parmi les n nombres (4) de l'alignement considéré, il y en aura exactement q auxquels correspondront q valeurs de b_j^l égales et égales à l'un des nombres $0, 1, \ldots, m-1$ arbitrairement choisi. Donc :

$$\begin{aligned} & b_0^0 + b_0^1 + \ldots + b_0^{q-1} + \ldots + b_j^0 + b_j^1 + \ldots + b_j^{q-1} + \ldots \\ (8) \quad & + b_{m-1}^0 + b_{m-1}^1 + \ldots + b_{m-1}^{q-1} = q.[0 + 1 + \ldots + (m-1)] \\ & = q\,\frac{m(m-1)}{2}. \end{aligned}$$

D'autre part :

$$\begin{aligned} & b_0^0 + b_0^1 + \ldots + b_0^{q-1} + \ldots + b_j^0 + b_j^1 + \ldots + b_j^{q-1} + \ldots \\ (9) \quad & + b_{m-1}^0 + b_{m-1}^1 + \ldots + b_{m-1}^{q-1} = \sum b_j^l = \sum \text{rés}_m\,(j + c_j^l - 1) \\ & \equiv \sum (j + c_j^l - 1) \pmod{m} \equiv \sum j + \sum (c_j^l - 1) \pmod{m}. \end{aligned}$$

Il y a exactement q des nombres b_j^l pour lesquels j a la même valeur; nous avons vu, puisque l'alignement considéré n'a qu'un élément commun avec chaque colonne de B, que q des nombres $a_j^l + b_j^l q$ appartenaient à des carrés A_j^l faisant partie de la $(1+j)^{\text{ième}}$ colonne de C, quel que soit j; il y aura donc parmi les nombres b_j^l exactement q nombres pour lesquels j aura une des valeurs $0, 1, \ldots, m-1$ arbitrairement choisie et dans (9) :

$$(10) \qquad \sum j = q[0 + 1 + \ldots + (m-1)] = q\,\frac{m(m-1)}{2}.$$

D'autre part, l'alignement considéré n'ayant qu'un élément commun avec chaque ligne de B, on voit de même qu'il contiendra exactement q éléments appartenant à des carrés A_j^l faisant partie de la $(1+l)^{\text{ième}}$ ligne de C, quel que soit l; on en conclut de suite que parmi les n nombres $c_j^l - 1$ il y en aura exactement q égaux et égaux à un des nombres $0, 1, \ldots, m-1$ arbitrairement choisi; donc :

$$(11) \qquad \sum (c_j^l - 1) = q[0 + 1 + \ldots + (m-1)] = q\,\frac{m(m-1)}{2}.$$

Les égalités ou congruences (8), (9), (10) et (11) donnent ainsi :

$$q\,\frac{m(m-1)}{2} \equiv qm(m-1) \pmod{m}$$

ou :

$$q\,\frac{m(m-1)}{2} \equiv 0 \pmod{m},$$

Digitized by Google

ce qui exige que $q\,\frac{(m-1)}{2}$ soit entier ; par suite on ne peut avoir à a fois q impair et m pair. (C. Q. F. D.)

III

On peut conclure du théorème I le théorème suivant :

Théorème II. — *A un groupe régulier* (*) *de substitutions* G, *d'ordre impairement pair* $n = 2q$, *on ne peut faire correspondre un carré semi-magique* A *dérivé d'un carré latin* B, *de côté* n, *correspondant à* G, *et d'un autre carré latin.*

D'après la définition que nous avons donnée d'un groupe de substitutions correspondant à un carré de côté n formé avec n lettres ou nombres répétés n fois (**), au carré latin B on peut faire correspondre un groupe dérivé des substitutions :

$$_{0i} = \begin{pmatrix} d_0^0 d_1^0 & \dots & d_{n-1}^0 \\ d_0^i d_1^i & \dots & d_{n-1}^i \end{pmatrix}.$$

Inversement, à un groupe G dérivé des n substitutions S_{0i} on peut faire correspondre un carré B, qui sera latin si G est régulier, parce que les substitutions d'un groupe régulier (à part l'unité) déplacent toutes les lettres du groupe (***).

Nous supposons ici que G est régulier, et d'ordre $n = 2q$, q étant impair. On sait (****) que G contient un groupe H d'ordre q permutable à ses substitutions ; de plus, H permute transitivement entre elles q à q les lettres de G, puisque G est régulier, et G admet (*****) une répartition de ses lettres en systèmes de non-primitivité q à q ; il y a deux systèmes.

On peut toujours supposer que, par permutation des lignes ou des colonnes de B on ait fait en sorte que :

$$d_i^0 = d_0^i \tag{12}$$

et que les deux systèmes soient :

$$d_0^0,\ d_1^0,\ \dots,\ d_{q-1}^0 : d_q^0,\ \dots,\ d_{2q-1}^0 ; \tag{13}$$

(*) C'est-à-dire transitif et dont l'ordre égale le degré.
(**) Voir nos deux notes précitées.
(***) Jordan, *Traité des Substitutions*, p. 58 à 60.
(****) Voir par exemple notre Thèse de Doctorat, p. 55.
(*****) Jordan, *Traité des Substitutions*, p. 41.

Digitized by Google

ou, ce qui revient au même, à cause de (12)

$$(14) \qquad d_0^0,\ d_0^1,\ \ldots,\ d_0^{q-1} : d_0^q,\ \ldots,\ d_0^{2q-1}.$$

Considérons le carré B :

$$B = \left\{ \begin{array}{llll|lll} d_0^0, & d_1^0, & \ldots, & d_{q-1}^0, & d_q^0, & \ldots & d_{2q-1}^0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ d_0^{q-1}, & d_1^{q-1}, & \ldots, & d_{q-1}^{q-1}, & d_q^{q-1}, & \ldots, & d_{2q-1}^{q-1} \\ \hline d_0^q, & d_1^q, & \ldots, & d_{q-1}^q, & d_q^q, & \ldots, & d_{2q-1}^q \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ d_0^{2q-1}, & d_1^{2q-1}, & \ldots, & d_{q-1}^{2q-1}, & d_q^{2q-1}, & \ldots, & d_{2q-1}^{2q-1} \end{array} \right.$$

D'après (12) toute substitution S_{0i} avec $i < q$ remplace une lettre du premier système (13) par une lettre (ou élément) du même système, et, par suite, permute exclusivement entre elles les lettres de chacun des deux systèmes (13). On en conclut que d_j^i appartient au premier système (13) quand $i < q$, $j < q$, et au deuxième système (13) quand $i < q$, $j \geqslant q$.

En considérant les substitutions S_{0i} avec $i \geqslant q$, on voit de même que d_j^i appartient au deuxième système (13) quand $i \geqslant q$, $j < q$, et au premier quand $i \geqslant q$, $j \geqslant q$.

Le carré B est donc formé de quatre carrés, A_0^0, A_1^0, A_0^1, A_1^1, chacun de côté q et présentant la disposition :

$$C = \left\{ \begin{array}{l} A_0^0,\ A_1^0 \\ A_0^1,\ A \end{array} \right.$$

Chacun de ces quatre carrés est latin et formé avec q éléments ou lettres répétés chacun q fois. D'après ce qui précède, A_0^0, A_1^1 d'une part, A_0^1, A_1^0 d'autre part, sont formés avec les mêmes q éléments respectivement. D'après la définition des carrés latins à $q^{ème}$ marche, B est un carré latin à $q^{ème}$ marche.

Le théorème I conduit alors au théorème II. (C. Q. F. D.)

On peut aussi ne pas s'appuyer sur le théorème I.

Considérons (*) un des n alignements jouissant de certaines propriétés, qui, d'après ce que nous avons vu à la fin du § I, existent dans B quand A est semi-magique.

Une ligne ou une colonne quelconque de B ne contient qu'un emplacement (ou un élément) appartenant à l'alignement considéré.

(*) Cette démonstration est encore inspirée d'une démonstration d'Euler (même Mémoire, p. 341).

Digitized by Google

Si A_0^0 contient exactement k éléments de l'alignement considéré, A_0^0 et A_1^0 contenant exactement q éléments de cet alignement, à savoir un dans chacune des q premières lignes de B, A_1^0 contient $q - k$ éléments de cet alignement.

De même, en considérant les colonnes et les carrés A_1^0 et A_1^1, on voit que A_1^1 contient exactement $q - (q - k) = k$ éléments de l'alignement considéré.

A eux deux, A_0^0 et A_1^1 en contiennent donc $2k$.

Cet alignement contient exactement les n éléments distincts qui, répétés n fois, forment B. Parmi ces éléments, ceux qui sont égaux à $d_0^0, a_1^0, \ldots, d_{q-1}^0$, en nombre q, sont contenus exclusivement dans A_0^0 et A_1^1. D'ailleurs, ces deux carrés ne contiennent que des éléments égaux à $d_0^0, d_1^0, \ldots, d_{q-1}^0$, d'après ce que nous avons vu. Il faudrait donc :

$$2k = q,$$

ce qui n'a pas lieu quel que soit k. Dès lors, A ne peut exister. (C. Q. F. D.)

M. E.-M. LÉMERAY

Licencié ès sciences, Ingénieur des Constructions navales, à La Seyne.

SUR LES CONDITIONS DE CONVERGENCE DE CERTAINS DÉVELOPPEMENTS VERS LES RACINES DES ÉQUATIONS [D 1 a]

— Séance du 13 août 1894 —

La question posée dans l'*Intermédiaire des Mathématiciens*, du mois de juin 1894, est la suivante :

Soit la relation (f représentant une fonction rationnelle) :

$$b = f(a).$$

On calcule successivement :

$$c = f(b) \qquad d = f(c) \qquad e = f(d) \qquad \text{etc. } \ldots$$

Digitized by Google

Si les valeurs ainsi obtenues tendent vers une limite déterminée, cette limite est racine de l'équation :

$$x = f(x).$$

Quelles sont les conditions de la convergence ?

Dans ce qui suit, je me bornerai au cas où la quantité initiale a est réelle ; alors les valeurs obtenues ne peuvent être que réelles ; il en sera de même de leur limite. Pour résoudre ce problème, j'emploierai une représentation géométrique ; sur deux axes de coordonnées rectangulaires, traçons la droite $y = x$ et la courbe $y = f(x)$; les abscisses (ou les ordonnées) de leurs intersections seront les racines de l'équation $x = f(x)$. Prenons sur ox une longueur égale à a, menons l'ordonnée aM_1 de la courbe, puis par le point M_1 une parallèle M_1P_1 à ox jusqu'à sa rencontre P avec la droite $y = x$; joignons P_1 au point M_2 de la courbe qui a même abscisse que lui, et à partir de M_2 continuons la même construction ; nous obtiendrons ainsi une ligne brisée rectangulaire $M_1P_1M_2P_2M_3P_3$ ... dont chaque élément M_nP_n parallèle à ox va de la courbe à la bissectrice des axes, et dont chaque élément P_nM_{n+1} parallèle à oy va de la bissectrice à la courbe ; nous dirons que le contour rectangulaire est parcouru dans le sens positif ; il est facile de voir que les ordonnées des points $M_1M_2M_3$ ... sont respectivement égales aux valeurs :

$$f^1(a), \qquad f^2(a), \qquad f^3(a) \qquad \text{etc. ...}$$

c'est-à-dire à :

$$b, \quad c, \quad d, \quad \text{etc. ...}$$

Si l'on parcourait le contour dans le sens négatif, on aurait à partir de la valeur initiale a, les valeurs :

$$f^{-1}(a), \qquad f^{-2}(a), \qquad f^{-3}(a) \qquad \text{etc. ...}$$

f^{-1} représentant, suivant une notation employée, la fonction inverse de f (cette fonction est en général irrationnelle). On voit sur la figure et il est très facile de démontrer que, pour qu'une racine soit accessible par le contour positif, il faut et il suffit que, au point d'intersection qui la représente, on ait :

$$\text{valeur absolue de } \frac{df}{dx} < 1,$$

et que, pour qu'une racine soit accessible par le contour négatif, la valeur absolue de cette dérivée soit plus grande que 1.

Alors on pourra toujours trouver une infinité de valeurs de a telles que l'on ait convergence. Il faut remarquer que si la dérivée au point d'inter-

Digitized by Google

section est positive, on finira par accéder vers la limite par des valeurs constamment croissantes (ou décroissantes). Si la dérivée est négative, on finira toujours par y accéder par des valeurs alternativement croissantes ou décroissantes.

Bornons-nous au cas où la racine est accessible par le contour décrit positivement, et cherchons entre quelles limites a peut être compris.

Remarquons d'abord que, en général, les valeurs successivement obtenues peuvent tendre vers une limite, ou diverger indéfiniment; mais elles peuvent aussi tendre vers 2, 3, ... n limites distinctes. S'il y a, par exemple, deux valeurs σ et τ, telles que :

$$\tau = f(\sigma) \qquad \text{et} \qquad \sigma = f(\tau)$$

en obtenant une valeur τ comme limite, on obtiendra ensuite σ et l'on aura :

$$\tau = ff(\tau) = f^2(\tau)\,;$$

on obtiendra ainsi, non plus une racine de l'équation :

$$x = f(x),$$

mais deux racines σ et r de l'équation :

$$x = f^{(2)}(x).$$

S'il y en avait n on aurait n racines de l'équation :

$$x = f^{(n)}(x).$$

Je dirai que ces n racines réelles sont cohérentes.

Il faut encore remarquer qu'il existe une propriété des fonctions $f^{(n)}$ présentant une certaine analogie avec le théorème de Rolle ; deux racines cohérentes de $x = f^{(2)}x$ comprennent au moins une racine réelle de $x = f(x)$.

Les deux racines extrêmes d'un groupe de trois racines cohérentes de :

$$x = f^{(3)}(x)$$

comprennent au moins un groupe de deux racines cohérentes de :

$$x = f^{(2)}(x) \quad \text{etc.}$$

Cette proposition se voit très facilement quand on fait la figure. La recherche des racines cohérentes réelles est très simple géométriquement : les racines cohérentes de $x = f^{(2)}x$ sont les abscisses des intersections de

Digitized by Google

la courbe $y = f(x)$ avec sa symétrique par rapport à la bissectrice des axes ; c'est-à-dire avec :

$$y = f^{(-1)}(x).$$

Pour les racines cohérentes d'ordre supérieur on les obtiendrait d'une manière analogue ; mais elles ne nous sont pas utiles pour ce qui suit.

Maintenant que faut-il pour que nous tendions vers une racine donnée α de $x = f(x)$; il faut que parmi les valeurs successives du développement, il y en ait une qui soit comprise entre les deux racines α_{i-1} et α_{i+1} les plus voisines de α_i, et en même temps entre les deux racines σ et τ cohérentes les plus voisines de α. Cela veut dire géométriquement que : tout segment de la courbe $y = f(x)$ compris entre les parallèles $y = \mu$, $y = \nu$ (μ et ν désignant parmi les valeurs α_{i-1}, α_{i+1}, σ, τ, les deux plus voisines de α_i) sera tel que les abscisses de ses différents points pourront être prises pour valeurs initiales a. (Voir la figure ci-jointe.) Mais il peut exister d'autres segments de la courbe jouissant de la même propriété. Pour les obtenir, par chaque extrémité des segments primitivement obtenus décrivons le contour rectangulaire dans le sens négatif ; il déterminera sur la courbe de nouveaux segments répondant à la question, ceux-ci pourront en déterminer d'autres et ainsi de suite. Cette segmentation pourra se limiter, ou se continuer indéfiniment ; dans le cas de la figure ci-jointe, elle se continue indéfiniment, et il se présente un phénomène curieux de discontinuité. C'est que, dans une portion limitée de la courbe, il y a une infinité de segments distincts, mais se rapprochant de plus en plus et tendant vers des valeurs asymptotiques ; ils sont forcément distincts ; la fonction f n'admettant qu'une valeur de y pour une valeur donnée de x.

On arrive ainsi à la règle suivante : 1° Soient μ et ν les valeurs qui, parmi les racines réelles des équations :

$$f(x) = \alpha_{i-1} \qquad f(x) = \alpha_{i+1} \qquad x = f^{(2)}(x)$$

sont les plus voisines de α_i, μ par excès, ν par défaut, toute valeur de a comprise entre ν et μ répond à la question.

2° Considérons encore toutes les racines réelles des deux équations :

$$f(x) = \mu \qquad \text{et} \qquad f(x) = \nu,$$

et supposons les rangées par ordre de grandeur relative ; elles détermineront des intervalles que nous numéroterons en désignant par zéro l'indice de l'intervalle compris entre ν et μ.

Alors tous les intervalles d'indice pair répondront à la question.

Nous dirons que tous ces intervalles sont du premier ordre.

3° Soient μ' et ν' deux valeurs limitant un intervalle quelconque d'indice pair ; nous les traiterons comme nous avons traité précédemment

Digitized by Google

μ et ν, nous obtiendrons de nouveaux intervalles qui seront du second ordre et ainsi de suite.

Enfin on répétera tout ce qui précède pour chacune des racines réelles de $x = f(x)$ [toujours supposées connues] et l'on aura ainsi tous les intervalles entre lesquels pourra être comprise la valeur initiale a.

C'est dans les cas où l'on trouvera indéfiniment des racines réelles aux équations qu'on a à résoudre que certaines séries d'intervalles présenteront cette discontinuité curieuse dont je parlais plus haut.

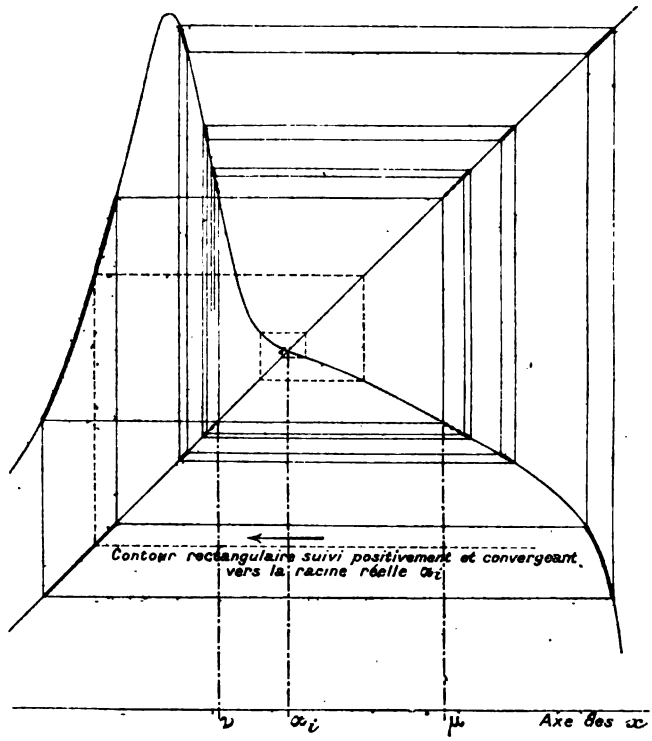


FIG. 1 (*).

Les intervalles seront distincts, séparés, puis seront infiniment petits et infiniment rapprochés, et tendront vers des valeurs asymptotiques. Ces dernières sont comprises parmi les racines réelles de toutes les équations $f^{(p)}(x) = x$ et formant des systèmes de p racines cohérentes. Mais ces valeurs asymptotiques sont obtenues, il faut le remarquer, comme limites de $f^{(-\infty)}$, c'est-à-dire par la fonction inverse.

(*) La figure est faite en ne tenant compte que d'une détermination de la fonction inverse. μ et ν sont donc racines cohérentes de $x = f^2(x)$ abscisses des points où la courbe couperait sa symétrique par rapport à la bissectrice des axes. — Les traits forts représentent les segments répondant à la question.

Digitized by Google

Il est évident que cette méthode serait vaine, en général, pour calculer les racines de l'équation $x = f(x)$. Toutefois, si en même temps que pour chaque valeur de x on n'a qu'une valeur réelle de y, l'inverse aussi a lieu, on pourra se servir de cette méthode pour le calcul des racines. Soit δ une racine réelle de l'équation :

$$\frac{df}{dx} = 1$$

en calculant tous les $f^{(\infty)}(\delta)$ et $f^{(-\infty)}(\delta)$ qui ne donneront pas de résultats divergents, on peut être sûr d'accéder à toutes les racines réelles (quelques-unes pouvant être données plusieurs fois. Dans ce cas tout se simplifie, car alors l'équation $x = f^{(2)}(x)$ n'a pas de racine réelle, autres que celles de la proposée, dont les racines jouent le rôle de racines cohérentes égales. Le problème est alors ramené à un plus simple, si la fonction f est un polynôme entier.

En ce qui concerne les racines imaginaires, il faut prendre pour a une valeur imaginaire. Il y a lieu de penser que, dans la règle précédente, il suffit d'appeler grandeur d'une racine imaginaire celle de son module. Quant à la condition d'accessibilité d'une racine imaginaire par la fonction directe $f^{(\infty)}$, je suis à peu près certain que : à l'intersection (imaginaire) de $y = f(x)$ avec $y = x$, il faut avoir :

$$\text{mod. } \frac{df}{dx} < 1.$$

Une partie des résultats consignés dans cette note a été étudiée en collaboration avec mon ami M. de Reffye.

M. P.-H. SCHOUTE

Professeur à l'Université de Groningue (Hollande).

SUR TROIS DIVISIONS RÉGULIÈRES DE L'ESPACE A n DIMENSIONS [K 14 g] [P 6 g]

— Séance du 18 août 1894 —

1. — La communication suivante se base sur celle que j'ai faite à l'Académie des Sciences d'Amsterdam (séance du 24 mai 1894 ; voir la *Revue générale des sciences*, t. V, p. 511). Là il s'agit d'un rapport intime entre

Digitized by Google

deux divisions régulières de l'espace ordinaire, celle en cubes et celle en « tétrakaidékaèdres ». Ces derniers corps *(fig. 1)* sont limités par huit hexagones réguliers dont les plans prolongés forment un octaèdre régulier et par six carrés dont les plans prolongés forment un cube AB. Le

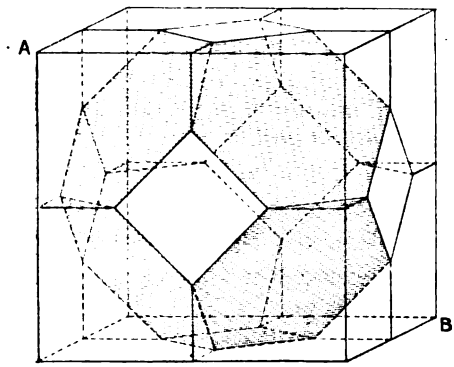


FIG. 1.

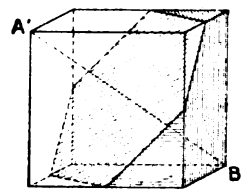


FIG. 2.

rapport en question se rattache au théorème d'après lequel un cube A'B' *(fig. 2)* est coupé par un plan central perpendiculaire à une diagonale A'B' suivant un hexagone régulier. En effet, divisons le cube original AB *(fig. 1)* en huit cubes égaux à l'aide de trois plans centraux parallèles aux trois couples de faces; dans chacun de ces huit cubes A'B' *(fig. 2)* menons la diagonale centrale qui aboutit au centre du cube original AB, et divisons chacun de ces huit cubes en deux parties égales au moyen du plan central perpendiculaire à la diagonale centrale indiquée. Agissons de la même manière par rapport à chaque cube AB d'une division donnée de l'espace en cubes. Alors les huit seizièmes de chaque cube AB situés autour du centre forment le corps à quatorze faces tracé dans la figure et les autres parties situées aux coins forment des huitièmes parties de nouveaux tétrakaidékaèdres, qui remplissent les espaces « intercellulaires », etc.

2. — Avant d'étendre la transformation indiquée à l'espace à quatre dimensions, nous examinons ce qu'elle devient dans l'espace à deux dimensions, le plan. Cela nous fera trouver la trace d'une autre transformation aussi capable d'extension à l'espace à n dimensions.

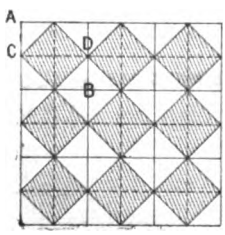


FIG. 3.

L'adaptation de la transformation indiquée au plan devient verbalement ce qui suit :

Divisons le carré original AB *(fig. 3)* en quatre carrés égaux à l'aide de deux droites centrales parallèles aux deux couples de côtés; dans chacun de ces quatre carrés

Digitized by Google

menons la diagonale qui aboutit au centre du carré AB et divisons chacun de ces quatre carrés en deux parties égales au moyen d'une droite perpendiculaire à la diagonale indiquée (au moyen de l'autre diagonale.) Agissons de la même manière par rapport à chaque carré AB d'une division donnée du plan en carrés. Alors les quatre huitièmes de chaque carré AB situés autour du centre forment les carrés inscrits CD. Et les autres parties situées aux coins forment les quatrièmes parties de nouveaux carrés égaux à CD qui remplissent les lacunes.

3. — La figure précédente montre comment on passe d'une division en carrés AB (à côtés horizontaux et verticaux) à une autre division en carrés CD (à côtés inclinés de 45 degrés) dont la surface est la moitié de celle des carrés donnés. Dans cet ordre d'idées, nous y joignons la trans-

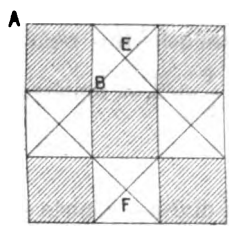


FIG. 4.

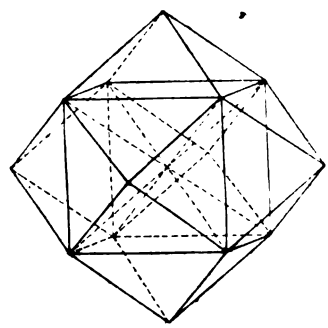


FIG. 5.

formation d'une division en carrés AB *(fig. 4)* à une autre division en carrés EF à surface double.

Pour préparer l'extension de cette transformation nouvelle à l'espace ordinaire, nous la formulons de la manière suivante :

Après avoir divisé les carrés comme les cases d'un damier indéfini en cases blanches et noires, on divise par les diagonales les cases blanches en quatre parties égales et l'on joint à chaque case noire les parties adjacentes des quatre cases blanches adjacentes.

L'extension à l'espace ordinaire devient donc :

Après avoir divisé les cubes d'une division donnée de l'espace ordinaire en cubes comme les cases cubiques d'un damier cubique en cases blanches et noires, on divise les cases blanches en six pyramides quadrilatères égales, dont le centre de la case est le sommet commun, tandis que les six faces carrées de la case en forment les bases. En joignant à chaque case noire les six pyramides adjacentes, on parvient à la division régulière de l'espace ordinaire en dodékaèdres rhombiques *(fig. 5)*.

Digitized by Google

4. — Passons à l'espace E^n à n dimensions.

La division régulière la plus simple de E^n est celle dans les êtres à n dimensions qui forment dans E^n la mesure ordinaire; ces êtres appartiennent à la série, segment de droite ($n = 1$), carré ($n = 2$), cube ($n = 3$), octaédroïde ($n = 4$), etc.

Les deux transformations s'appliquent directement à cette division. Qu'il suffise d'en donner les énoncés pour le cas $n = 4$.

5. — Après avoir divisé chaque octaédroïde en seize octaédroïdes égaux au moyen de quatre espaces linéaires à trois dimensions (quatrième terme de la série : pointe, droite, plan), nous menons dans chacun de ces seize octaédroïdes la diagonale centrale aboutissant au centre de l'octaédroïde original. Ensuite, chaque octaédroïde mineur est divisé en deux parties égales à l'aide de l'espace linéaire (à trois dimensions) perpendiculaire à la diagonale indiquée en son point milieu. Alors les seize parties situées autour du centre de chaque octaédroïde original forment un ikositétraédroïde (être régulier limité par vingt-quatre octaèdres réguliers).

La longueur de l'arête du nouvel être est $\frac{1}{2}a\sqrt{2}$, a représentant la longueur de l'arête de l'octaédroïde.

6. — Après avoir divisé les octaédroïdes de la division donnée en cases à quatre dimensions blanches et noires, on divise chaque case blanche en huit pyramides égales (à quatre dimensions) dont le centre de la case est le sommet commun, tandis que les huit cubes limitants de la case en forment les bases. En joignant à chaque case noire les huit pyramides adjacentes, on parvient à une division régulière nouvelle en ikositétraédroïdes.

Les arêtes des ikositétraédroïdes trouvés en second lieu sont égales à celles des octaédroïdes.

7. — Dans le cas général de E^n les êtres de la division régulière la plus simple et de ses deux transformations sont limités respectivement par $2n$, $2^n + 2n$ et $2n(n-1)$ êtres à $(n-1)$ dimensions. La déduction de ces nombres n'offre pas de peine à celui qui a suivi les cas particuliers $n = 3$ et $n = 4$.

Par une raison bien évidente, le second nombre perd sa partie $2n$ pour $n = 2$.

Digitized by Google

M. J. NEUBERG

Professeur à l'Université de Liège.

NOTES DIVERSES

— Séance du 13 août 1894 —

I

SUR UNE TRANSFORMATION QUADRATIQUE [K 2]

1. — Soient A_1, B_1, C_1 les milieux des côtés du triangle de référence ABC *(fig. 1)*. Menons une transversale quelconque d, qui coupe BC, CA, AB aux points α, β, γ; les milieux α_1, β_1, γ_1 des droites $A\alpha$, $B\beta$, $C\gamma$ sont sur une même droite d_1, que M. de Longchamps a proposé d'appeler la *Newtonienne* de d (*). Les points α_1, β_1, γ_1 sont situés sur les côtés du triangle complémentaire $A_1B_1C_1$ et les partagent dans les rapports inverses de ceux dans lesquels les points α, β, γ divisent les côtés du triangle ABC;

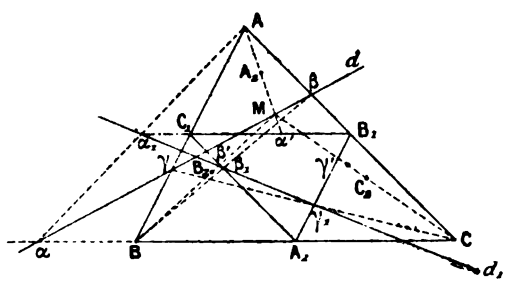


FIG. 1.

par suite d_1 est la complémentaire de la transversale réciproque de d. Cette remarque, qui n'est pas nouvelle, montre que la transformation par transversales newtoniennes se décompose en deux autres : la transformation par transversales réciproques et la transformation par éléments complémentaires. M. de Longchamps a étudié la transformation par les droites d, d_1 dans un Mémoire intéressant, qui a paru dans les *Nouvelles Annales*, 1866, p. 118. Si nous la reprenons ici, c'est pour la traiter

(*) *Journal de Math. élém.*, 1886, p. 145.

Digitized by Google

synthétiquement et examiner le cas spécial où la transversale d se déplace parallèlement à elle-même.

2. — Faisons tourner la droite d autour d'un point fixe M, situé à distance finie. Les points α, β, γ décriront sur les côtés du triangle ABC des ponctuelles projectives; les points α_1, β_1, γ_1 marqueront sur les côtés du triangle $A_1B_1C_1$ des ponctuelles semblables aux précédentes, et par suite, projectives entre elles. Il résulte de là que *la droite* d_1 *enveloppe une conique* Σ, *inscrite au triangle* $A_1B_1C_1$.

Cherchons les points α', β', γ' où la courbe touche les côtés de $A_1B_1C_1$. Le point α' est la position de α_1 lorsque β_1 est en C_1 et γ_1 en B_1; comme les points β, γ se confondent alors avec A, la droite d coïncide avec AM et α' est l'intersection de AM avec B_1C_1. Ainsi, *les points de contact* α', β', γ' *de* B_1C_1, C_1A_1, A_1B_1 *avec* Σ *sont à l'intersection de ces droites avec les lignes* AM, BM, CM; par suite les droites $A_1\alpha'$, $B_1\beta'$, $C_1\gamma'$ se coupent au complémentaire du réciproque de M.

Soient A_2, B_2, C_2 les milieux des droites MA, MB, MC. Si l'on prend pour d la parallèle à BC par M, d_1 coïncide avec B_2C_2. Donc, *la conique* Σ *est également inscrite au triangle* $A_2B_2C_2$.

Les triangles $A_1B_1C_1$, $A_2B_2C_2$ étant égaux et homothétiques, le centre de Σ est le point de rencontre ω des droites A_1A_2, B_1B_2, C_1C_2; *c'est donc le centre des moyennes distances des quatre points* A, B, C, M. On l'obtient en joignant M au centre de gravité G du triangle ABC et en divisant cette droite MG dans le rapport 3 : 1 ; on peut dire que ω *est le second complémentaire du point* M.

3. — Si la droite d se déplace parallèlement à elle-même, les points α, β, γ engendrent des ponctuelles semblables; comme il en est de même des points α_1, β_1, γ_1, la droite d_1 enveloppe une parabole P inscrite au triangle $A_1B_1C_1$.

Les points de contact α', β', γ' des côtés B_1C_1, C_1A_1, A_1B_1 du triangle $A_1B_1C_1$ avec la parabole sont les intersections de ces côtés avec les parallèles à d menées respectivement par A, B, C; car, si d coïncide avec $A\alpha'$, d_1 se confond avec B_1C_1 et α' est la position de α_1 qui correspond aux points β_1, γ_1 confondus avec C_1, B_1. On voit facilement que les droites $\beta'\gamma'$, $\gamma'\alpha'$, $\alpha'\beta'$ passent respectivement par A, B, C.

Les diamètres de P sont parallèles à d; en effet, la droite qui joint C_1 au milieu de la corde $\alpha'\beta'$ est parallèle à $A\alpha'$.

Soit F le foyer de P. Ce point se trouve d'abord sur la circonférence circonscrite au triangle des trois tangentes B_1C_1, C_1A_1, A_1B_1 ; ensuite, la droite A_1F et le diamètre de P passant par A_1 sont isogonales par rapport à l'angle $B_1A_1C_1$. Ces propriétés conduisent aisément à quelques cas particuliers remarquables.

Digitized by Google

1° Soient AH_a, BH_b, CH_c les hauteurs du triangle ABC, H leur point de concours. Si la transversale d se meut parallèlement à la droite H_bH_c, la newtonienne d_1 enveloppe une parabole inscrite au triangle $A_1B_1C_1$ et ayant pour foyer le point H_a, pour directrice le rayon OA du cercle circonscrit au triangle ABC.

2° Si la droite d est constamment perpendiculaire à BC, l'enveloppe de la droite d_1 est une parabole ayant pour foyer le milieu de AH, pour directrice la parallèle à BC par O.

3° Déplaçons la droite d parallèlement à la bissectrice de l'angle BAC; la droite d_1 enveloppera une parabole ayant pour foyer le milieu de l'arc soustendu par la corde B_1C_1 du cercle des neuf points.

II

QUELQUES PROBLÈMES DE GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE [O2e]

Pour construire la tangente à la trajectoire d'un point mobile ou le point de contact d'une ligne mobile avec son enveloppe, on peut se servir souvent avec avantage de la méthode de Roberval, c'est-à-dire de la considération des vitesses simultanées des différents points de la figure mobile. Nous avons déjà donné de nombreux exemples de cette méthode; en voici quelques nouvelles applications, propres à faire saisir les simplifications qu'on peut apporter à la méthode.

1. — *Soit à déterminer le centre de courbure* c *d'une courbe de poursuite, connaissant les vitesses simultanées* au *et* bv *du point poursuivi* a *et du point poursuivant* b *(fig. 2)*. Décomposons la vitesse *au* en deux autres *aw* et *az*, respectivement perpendiculaire à *ba* et dirigée suivant *ba*. La composante *aw* est la vitesse que le point *a*, considéré comme appartenant à la tangente *ba* de la courbe de poursuite, emprunte à la rotation de cette tangente autour de son point de contact *b*. D'autre part, *bv* est la vitesse que le point *b* de la normale *bc* reçoit de la rotation de la normale autour du centre de courbure. Les deux rotations ayant même vitesse angulaire, les triangles *cbv*, *baw* sont semblables; donc *vc* est perpendiculaire à *bw*, et l'on a la formule :

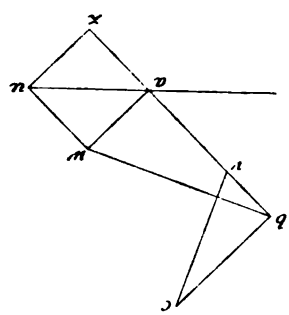


FIG. 2.

$$\rho = \frac{rv}{u \sin \theta},$$

Digitized by Google

où ρ est le rayon de courbure de la courbe de poursuite, v et u les vitesses simultanées des deux mobiles, θ l'angle des tangentes ba, au, et r la distance ba.

Nous avons fait connaître cette solution au Congrès de Besançon; elle est un peu plus simple que celle de M. d'Ocagne (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. XI, p. 134).

2. — *Soient* M, M′ *deux points inverses par rapport au triangle* ABC; *connaissant la normale* MN *à la trajectoire du point* M, *on demande de déterminer la normale* M′N′ *à la trajectoire de* M′ *(fig. 3)*. Menons BN perpendiculaire à BM, BN′ perpendiculaire à BM′ et projetons N en P sur MC, N′ en P′ sur M′C. Les rayons BM, BM′ tournent autour de B avec des vitesses angulaires égales et de signes contraires; il en est de même des rayons CM, CM′ tournant autour de C. Pour tirer parti de cette propriété, nous représentons par MB, M′B les vitesses de circulation des points M, M′ autour du pôle B, ce qui suppose que les segments représentatifs des vitesses de M et M′ tournent de 90 degrés autour de leur origine (*). Ces segments seront alors MN et M′N′, et les vitesses de circulation des points M et M′ autour du pôle C seront MP, M′P′. Celles-ci étant proportionnelles aux rayons vecteurs CM, CM′, la droite PP′ est parallèle à MM′.

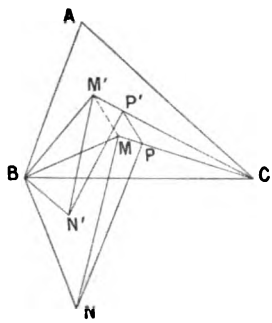


Fig. 3.

De là résulte la construction suivante: La perpendiculaire en B sur BM rencontre la normale MN en un point N, qui se projette en P sur MC; la parallèle à MM′ par P rencontre M′C en un point P′; les perpendiculaires en B sur BM′ et en P′ sur M′C se coupent en un point N′ de la normale à la courbe (M′).

Soient Q, Q′ les points où les perpendiculaires élevées en C sur CM et CM′ coupent respectivement MN, M′N′; on trouve facilement:

$$\frac{MQ}{MN} = \frac{MC}{MP} = \frac{M'C}{M'P'} = \frac{M'Q'}{M'N'}.$$

On peut appeler MN la *normale* de la courbe (M) par rapport au pôle B, etc. En adoptant cette dénomination, on a le théorème suivant:

Si deux points M, M′ *décrivent des courbes inverses par rapport à un triangle* ABC, *les normales en* M *par rapport aux pôles* A, B, C *sont proportionnelles aux normales en* M′ *par rapport aux mêmes pôles.*

(*) Nous faisons tourner la vitesse de M de 90 degrés dans un sens, et celle de M′ dans le sens contraire.

Digitized by Google

3. — *Sur la tangente* MT (fig. 4) *d'une courbe donnée* (M), *on porte une longueur* MT *égale au rayon vecteur* OM (O est un point fixe); *trouver la tangente à la courbe* (T) *(fig. 4)*.

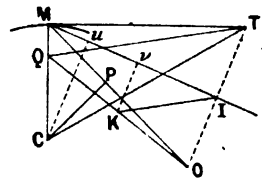


FIG. 4.

La courbe (T) a été considérée par Steiner (*Œuvres complètes*, t. II, p. 145).

Soit C le centre de courbure en M; comme c'est le centre instantané de rotation de l'angle droit CMT, nous pouvons représenter les vitesses des points M et T, dans une position normale à leur direction (*), par les segments MC, TC. Menons CP perpendiculaire à OM; si l'on considère le point M comme appartenant à la droite OM, sa vitesse de glissement suivant OM est égale à CP. La vitesse de T serait TC (*) si la distance MT était invariable; la vitesse de T sur la tangente MT serait alors MC, et sa vitesse de circulation autour de M, TM. Mais la distance MT étant égale à MO, il faut supposer au point M une vitesse sur la tangente MT, égale à la différence MC — PC des vitesses de M sur MT et sur MO. Prenons donc sur CM la longueur CQ = CP; TM et MQ représenteront les composantes de la vitesse de T respectivement normale et parallèle à MT. Cette vitesse est donc TQ et la normale à la courbe (T) est dirigée suivant TQ.

Déterminons aussi le point où la bissectrice MI de l'angle OMT touche son enveloppe. Le milieu I de la droite OT a une vitesse IK égale à $\frac{1}{2}$ TQ (**); la vitesse de M est égale à MC. Les projections de Mu, Iv de MC, IK sur MI représentent les vitesses de circulation de deux points M, I de la droite MI autour du point cherché; celui-ci divise donc MI dans le rapport Mu : Iv.

III

QUESTION DE GÉOMÉTRIE PROJECTIVE [P 1 f]

Considérons deux faisceaux projectifs de plans dont les axes d, d' ne sont pas situés dans un même plan; les éléments homologues se coupent suivant les génératrices d'une surface doublement rectiligne H. Nous allons étudier le système des surfaces H qu'on obtient en faisant tourner le faisceau (d), d'une manière continue, autour de son axe.

Le faisceau mobile (d) a deux éléments imaginaires, α et β, qui ne se déplacent pas : ce sont les plans isotropes menés par d; désignons par α'

(*) Toutes les vitesses que nous considérons ici sont représentées par des droites perpendiculaires à leurs directions.

(**) Toutes les vitesses que nous considérons ici sont représentées par des droites perpendiculaires à leurs directions.

Digitized by Google

et β' les éléments correspondants du faisceau fixe (d'), et soient a, b les intersections des couples α et α', β et β'. Représentons aussi par A et A', B et B' les points imaginaires par lesquels a et b s'appuient sur les axes d et d'. Le système des hyperboloïdes H a deux génératrices fixes du premier mode, d et d', et deux génératrices fixes du second mode, a et a'.

Déterminons les nombres caractéristiques du système (H).

Par un point donné quelconque M il ne passe qu'une surface H. Car, si γ' désigne le plan d'M et γ son homologue dans le faisceau (d), on obtient la surface H qui passe par M en faisant tourner le faisceau (d) jusqu'à ce que le plan γ passe par M.

Soit π un plan quelconque, qui rencontre les droites d, d' en P, P'. Pour trouver la surface H qui touche π, cherchons dans le faisceau (d) le plan δ qui correspond au plan d'P du faisceau (d'); il suffit alors de faire tourner le faisceau (d) jusqu'à ce que le plan δ passe par la droite PP'.

Soit m une droite donnée quelconque. Par un point M de m, on peut faire passer une seule surface H; si M' est le second point de rencontre de m avec H, les points M, M' se correspondent dans une involution, car à un point M correspond un seul point M' et la relation entre ces points est symétrique. Chacun des points doubles de cette involution détermine une surface H qui touche m en ce point.

Appelons E' le plan du faisceau (d') qui est parallèle à la droite d, et soit E le plan homologue du faisceau (d). Si l'on fait tourner le faisceau (d) jusqu'à ce que le plan E devienne parallèle à la droite d', les deux faisceaux de plans (d) et (d') se couperont suivant les génératrices d'un paraboloïde.

Le lieu des centres des surfaces H est, d'après un théorème connu, la droite qui unit les milieux des droites AB', A'B.

Le Rév. T. C. SIMMONS M. A.

Membre de la Société Mathématique de Londres, à Grainthorpe, Grimsby.

APPLICATION DE LA GÉOMÉTRIE A LA RÉSOLUTION D'UNE CLASSE DE PROBLÈMES RELATIFS AU CALCUL DES PROBABILITÉS [J 2 f]

— Séance du 13 août 1891 —

THÉORÈME. — *Deux points* X, Y *(fig. 1), pris au hasard sur une droite* PQ, *déterminent trois segments* PX, XY, YQ *qui peuvent être représentés par les distances* OD, OE, OF *aux côtés d'un triangle équilatéral* ABC

Digitized by Google

(fig. 2) de hauteur égale à PQ, *d'un point intérieur* O *pris au hasard.*

Pour démontrer ce théorème, il faut prouver que la loi de la variation des longueurs relatives PX, XY, YQ, est la même que pour OD, OE, OF.

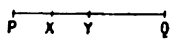


FIG. 1.

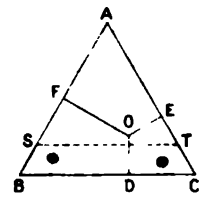


FIG. 2.

Soit λ une longueur quelconque plus petite que PQ. Nous allons prouver que la probabilité pour que PX $> \lambda$ est égale à la probabilité pour que OD $> \lambda$. Posons PQ (= la hauteur de ABC) $= h$, XQ $= x$, YQ $= y$.

Alors, pour que PX $> \lambda$, il faut que QX, QY soient tous deux $< h - \lambda$; événement dont la probabilité $= \left(\frac{h-\lambda}{h}\right)^2$; ce qu'on trouve très facilement aussi par le calcul intégral, en observant que :

$$\frac{\int_0^{h-\lambda}\int_0^x dx\,dy}{\int_0^h\int_0^x dx\,dy} = \left(\frac{h-\lambda}{h}\right)^2.$$

Mais la probabilité pour que OD $> \lambda$, est égale au rapport des deux triangles équilatéraux AST, ABC, dont les hauteurs sont respectivement égales à $h - \lambda$, h; c'est-à-dire à $\left(\frac{h-\lambda}{h}\right)^2$. Les longueurs PX, OD sont distribuées donc selon la même loi; de même pour XY, OE, ainsi que pour YQ, OF. Nous allons appliquer ce théorème à la résolution de certains problèmes, dont quelques-uns ont paru, jusqu'ici, très difficiles à résoudre par les méthodes ordinaires.

1. — *Une droite est divisée par deux points pris au hasard : quelle est la probabilité pour qu'aucun des trois segments n'excède deux fois aucun autre segment?*

Prenons le triangle équilatéral ABC *(fig. 3)*. Joignons chaque sommet aux deux points de trisection des côtés opposés : on a ainsi un hexagone équilatéral FG'HF'GH'.

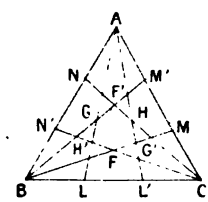


FIG. 3.

Il est clair que la probabilité pour qu'aucune des trois distances d'un point O (pris dans le triangle) aux côtés du triangle ne soit plus grande que deux fois aucune autre, est

Digitized by Google

le rapport de la surface de FG'HF'GH' à celle de ABC. Ce rapport est $\left(\frac{47}{200}\right)$, la probabilité cherchée.

2. — *Une droite est divisée par deux points pris au hasard : quelle est la probabilité pour qu'aucun des trois segments n'excède* n *fois aucun autre segment* ($n > 1$)?

Soit S la surface de ABC. Posons $BC = 2a$.

Prenons $BL' = CL = nCL' = nBL = \frac{n}{n+1} 2a$; et de même pour CA, AB. (Voir la figure de l'article précédent.)

La probabilité cherchée est, comme auparavant, le rapport des deux surfaces FG'HF'GH', ABC.

Prenons AF'F, BC comme axes coordonnés de y et x.

Alors, pour équation de CN, on a $\frac{x-a}{n+2} + \frac{y}{\sqrt{3}n} = 0$,

» » » AL', » $\frac{n+1}{n-1} x + \frac{a}{\sqrt{3}} y = 0$,

d'où les coordonnées de H sont $\frac{n-1}{2n+1} a$, $\frac{\sqrt{3}n}{2n+1} a$,

» » » G $-\frac{n-1}{2n+1} a$, $\frac{\sqrt{3}n}{2n+1} a$,

» » » F' » 0 , $\frac{\sqrt{3}n}{n+2} a$,

Par conséquent, la surface de F'GH $= \frac{\sqrt{3}n(n-1)^2a^2}{(2n+1)^2(n+2)} = \frac{n(n-1)^2}{(2n+1)^2(n+2)} S$.

Par un procédé semblable, on trouve que la surface de

$$FG'H' = \frac{(n-1)^2}{(2n+1)(n+2)^2} S,$$

et, très facilement, que la surface du quadrilatère HGH'G'

$$= \frac{3(n+1)^3(n-1)}{(2n+1)^2(n+2)^2} S.$$

Par addition alors, la surface de l'hexagone

$$FG'HF'GH' = \frac{(n-1)(4n^3+12n^2+6n+2)}{(n+2)^2(2n+1)^2} S,$$

et la probabilité cherchée $= \frac{(n-1)(4n^3+12n^2+6n+2)}{(n+2)^2(2n+1)^2}$.

Digitized by Google

Si $n = 2$, cette expression devient $\frac{47}{200}$, comme dans le cas précédent.

3. — *Une droite est divisée par deux points pris au hasard : quelle est la probabilité pour qu'aucune partie n'excède aucune autre partie de plus que* $\frac{1}{m}$ *de la droite* ($m > 1$) ?

Prenons le triangle équilatéral ABC *(fig. 4)*, et P sur BC, de manière que $BP - PC = \frac{BC}{m}$. Élevons la perpendiculaire PP'.

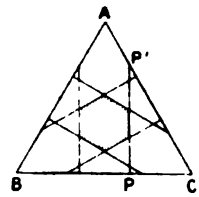


FIG. 4.

Alors, pour que la distance d'un point intérieur au côté AB excède sa distance au côté AC de plus que $\frac{1}{m}$ de la hauteur de ABC (hauteur qui représente la droite donnée), il faut que le point soit situé dans le triangle P'PC. Dans les cas favorables, il faut donc que le point soit situé dans l'intérieur de l'hexagone formé par les six droites semblables à P P.

(I) Supposons $m > 2$.

En ce cas, l'hexagone est entièrement compris dans le triangle ABC : sa largeur $= BP - PC = \frac{BC}{m}$, et sa surface $= \frac{\sqrt{3}BC^2}{2m^2} = \frac{2S}{m^2}$. Il s'ensuit alors que la probabilité cherchée $= \frac{2}{m^2}$.

(II) Supposons $m < 2$.

En ce cas, une partie de l'hexagone est située en dehors du triangle, et il faut soustraire de sa surface trois triangles dont la base $= \frac{2-m}{m}$ BC, et la hauteur $= \frac{2-m}{2m\sqrt{3}}$ BC. Il restera la surface $\frac{2S}{m^2} - \frac{(2-m)^2}{m^2}$ S, d'où, en divisant par S, on trouve la probabilité cherchée $= \frac{1}{m^2}(4m - m^2 - 2)$.

4. — *Le périmètre d'une courbe fermée est divisé par trois points pris au hasard : quelle est la probabilité pour qu'aucune des trois parties n'excède* (I) *aucune autre partie de plus que* $\frac{1}{m}^{\text{ie}}$ *du périmètre entier* (II), *deux fois aucune autre partie,* (III) n *fois aucune autre partie ?*

Les résultats sont les mêmes qu'on a déjà trouvés ci-dessus dans les cas correspondants pour une ligne droite.

Tous ces problèmes, je crois, sont discutés ici pour la première fois. Nous allons appliquer le théorème à certains problèmes déjà résolus par d'autres méthodes.

Digitized by Google

5. — *Une droite* PQ *est divisée par deux points* X, Y, *pris au hasard : quelle est la probabilité pour que le carré sur un segment donné (le segment* PX *à gauche par exemple), soit moindre que le rectangle contenu par les deux autres segments ?*

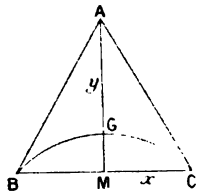


FIG. 5.

Soit ABC *(fig. 5)* un triangle équilatéral (BC $= 2a$), soit BGC la courbe (en coordonnées normales) $\beta\gamma = \alpha^2$. La probabilité cherchée sera le rapport de la surface de BGC à la surface entière du triangle.

Soit M le point milieu de BC : prenons MC, MA, comme axes de x et y.

L'équation $\beta\gamma = \alpha^2$ se transforme en :

$$(\sqrt{3}a - \sqrt{3}x - y)(\sqrt{3}a + \sqrt{3}x - y) = 4y^2,$$

d'où l'on trouve la surface de BGC

$$= 2\int_0^{\frac{a}{\sqrt{3}}} \sqrt{\frac{4a^2}{3} - \left(y + \frac{a}{\sqrt{3}}\right)^2}\, dy = \frac{4a^2\pi}{9} - \frac{a^2}{\sqrt{3}} = \left(\frac{4\pi}{9\sqrt{3}} - \frac{1}{3}\right)S.$$

La probabilité cherchée est donc $\frac{4\pi}{9\sqrt{3}} - \frac{1}{3}$, c'est-à-dire 0,464, ou $\frac{6}{13}$ à peu près.

6. — *Une droite* PXYQ *est divisée par deux points* X, Y *pris au hasard : quelle est la probabilité pour que le carré sur le segment moyen soit moindre que le rectangle contenu par les deux autres segments ?*

Soit p la probabilité cherchée.

Considérons le segment PX. La probabilité pour que le carré sur PX soit plus petit que le rectangle contenu par les deux autres segments est, comme on l'a déjà trouvé, $\frac{4\pi}{9\sqrt{3}} - \frac{1}{3}$. Mais, pour que cela arrive, il faut, ou que PX soit le moindre, ou qu'il soit le moyen, des trois segments : la probabilité de chacun de ces événements $= \frac{1}{3}$. Dans le premier, la condition en question est certainement remplie; dans le second, sa probabilité $= p$. On a alors :

$$\frac{4\pi}{9\sqrt{3}} - \frac{1}{3} = \frac{1}{3}1 + \frac{1}{3}p,$$

d'où l'on tire $p = \frac{4\pi}{3\sqrt{3}} - 2 =$ environ. 41841.

Les résultats de ces deux derniers problèmes sont donnés, sans démonstration, dans *Mathematical Problems by Wolstenholme* (London, 1878 : Quest. 1945).

Digitized by Google

7. — *Une droite* PQ *est divisée par deux points* X, Y, *pris au hasard. Prouver qu'il y a deux à parier contre un, que le carré sur un segment assigné quelconque (tel que* XY, *le segment intermédiaire), n'excède pas quatre fois le rectangle contenu par les deux autres segments.*

Procédons comme dans (5) ci-dessus. Construisons la courbe $4\beta\gamma = \alpha^2$, qui se transforme en $2ay = \sqrt{3}\,(a^2 - x^2)$. La surface de cette courbe $= \frac{2a^2}{\sqrt{3}}$, c'est-à-dire $\frac{2S}{3}$. La probabilité donc $= \frac{2}{3}$.

8. — *Une droite est divisée par deux points pris au hasard. Quelle est la probabilité pour que les trois segments puissent être les côtés d'un triangle aigu?*

Ici, dans le triangle équilatéral ABC *(fig. 6)*, il faut que :

$$OD^2 + OE^2 > OF^2,$$
$$OE^2 + OF^2 > OD^2,$$
$$OF^2 + OD^2 > OE^2.$$

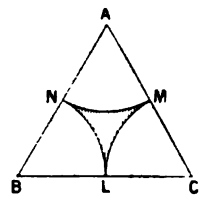


FIG. 6.

Construisons, en coordonnées normales, les trois courbes

$$x^2 + y^2 = z^2, \quad y^2 + z^2 = x^2, \quad z^2 + x^2 = y^2.$$

On trouve facilement que la surface de la première (CLM)

$$= S(1 - l2).$$

La surface interceptée entre les trois courbes est donc :

$$S - 3S(1 - l2) = S(3l2 - 2)$$

et la probabilité pour qu'un point pris au hasard dans ABC se trouve dans cette surface $= 3l2 - 2$, $= .07944$, la probabilité cherchée.

Ce problème a été résolu pour la première fois par M. Miller, dans l'*Educational Times* (novembre 1859 et janvier 1860). Le professeur De Morgan l'a résolu après, en 1866. Toutes les deux solutions amènent le même résultat $3l2 - 2$, mais elles sont d'une difficulté extraordinaire; et, comme le remarque le dernier, « il est probable que personne au monde ne croirait aucun de nous, sans l'autre ». (Voir *Mathematical Questions from the Educational Times*, vol. II, p. 74; vol. V, p. 33).

9. — *Une droite est divisée par deux points pris au hasard : quelle est la probabilité pour que les trois segments puissent être les côtés d'un triangle obtusangle?*

On trouve facilement que la probabilité d'un triangle quelconque $= \frac{1}{4}$.

Digitized by Google

La probabilité d'un triangle acutangle, comme on l'a déjà trouvé, $= 3\sqrt{2} - 2$.

La probabilité cherchée est donc $\frac{9}{4} - 3\sqrt{2} = .17056$.

Les exemples précédents suffisent pour montrer les avantages de la méthode, qui s'applique aussi au cas de trois points pris au hasard sur une droite, avec l'aide d'un tétraèdre régulier.

M. Henri GENAILLE

Ingénieur civil, à Paris.

LE CALCULATEUR HENRI GENAILLE

— Séance du 13 août 1894 —

Les savants de tous les pays ont imaginé des mécanismes et procédés plus ou moins pratiques pour supprimer le travail intellectuel dans les calculs arithmétiques.

M. Henri Genaille vient de donner une nouvelle solution du problème avec son *Calculateur* qu'il a présenté à la Section de Mathématiques.

Ce *Calculateur* est d'une extrême simplicité; il suffit de savoir additionner trois nombres d'un chiffre, 6, 4 et 2 par exemple, pour pouvoir effectuer rapidement, sans la moindre fatigue, les plus grands calculs *exacts* qui comprennent la multiplication et la division.

Tous les appareils sérieux sont jusqu'ici d'un prix inabordable; les réparations fréquentes sont coûteuses et ne peuvent être effectuées que par des ouvriers spéciaux.

Là n'est pas le cas du *Calculateur Genaille;* son prix est très modique, les réparations sont nulles ou tellement insignifiantes que toute personne peut les effectuer elle-même en quelques minutes.

Dans ces conditions, la nouvelle invention présente un intérêt considérable.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

Le Calculateur Henri Genaille *(fg. 1)* se compose d'une boîte A à deux compartiments comprenant dans la partie supérieure le chariot mobile

Digitized by Google

de l'appareil à créer les produits partiels et dans la partie inférieure les rouleaux D et D′ servant à leur inscription et à leur totalisation.

Le chariot mobile porte une série de boutons B dont le nombre varie avec l'importance des facteurs.

Chaque bouton actionne un petit cylindre recouvert des chiffres néces-

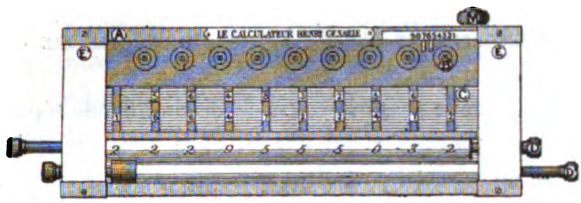


Fig. 1.

saires aux résultats qui apparaissent dans des lucarnes protégées par un écran C en verre gravé.

Les rouleaux D et D′ tournent sur eux-mêmes et peuvent, en même temps, se déplacer longitudinalement de l'intervalle de deux bandes de lucarnes. Ils sont accompagnés de deux ardoises E et E′ pour faciliter l'inscription des résultats et pour conserver, au besoin, les éléments des opérations multiples.

Enlevons l'écran C et la garniture des boutons, nous verrons l'intérieur de l'appareil *(fig. 2)*.

Le chariot mobile coulisse dans la partie supérieure de la boîte A; sa course est limitée de 1 à 9, positions extrêmes du curseur. Il porte une crémaillère actionnée par une roue dentée calée sur le bouton M.

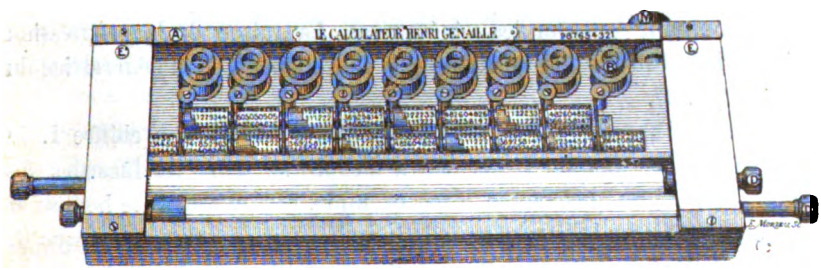


Fig. 2.

Pour l'appareil de neuf chiffres, le chariot porte neuf boutons, neuf galets de renvoi et neuf cylindres.

Chaque bouton B peut tourner dans les deux sens et actionne, au moyen d'une petite courroie en caoutchouc le cylindre dont il fait paraître à la lucarne de l'écran C un des chiffres du multiplicande choisi, au moment où le curseur marque 1.

Digitized by Google

Nous arrivons aux organes essentiels du calculateur, c'est-à-dire aux cylindres créateurs des produits partiels.

Ces cylindres sont semblables et portent tous sur leur pourtour une série de chiffres calculés pour représenter les multiples successifs de chacun des chiffres significatifs à chaque déplacement du chariot mobile.

DÉVELOPPEMENT DES INSCRIPTIONS D'UN CYLINDRE

La gorge dans laquelle passe la courroie de commande sépare ces multiples successifs en dizaines et en unités, et la pose en quinconce des cylindres achève de classer les chiffres nécessaires aux résultats.

Les chiffres des unités sont en progression arithmétique aussi bien dans

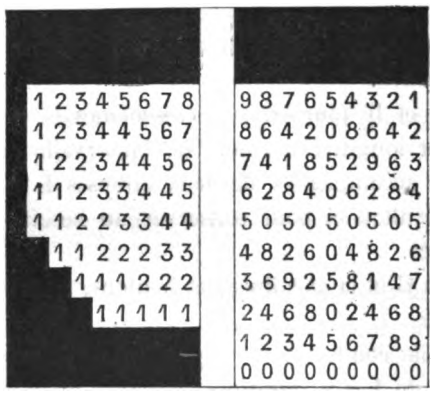


FIG. 3.

chaque couronne que sur les génératrices. La raison de la progression varie de 1 à 9 suivant la position de la couronne ou de la génératrice du cylindre *(fig. 3)*.

Supposons l'appareil au repos, c'est-à-dire le curseur au chiffre 1, le mouvement d'un bouton B permettra d'exprimer dans les lucarnes de l'écran C un chiffre quelconque, 8 par exemple. Si l'on tourne le bouton M de façon à déplacer le chariot mobile jusqu'à ce que le curseur marque 6, le produit de 8 par 6, c'est-à-dire 48, apparaîtra immédiatement aux lucarnes de l'écran. Il en serait de même si, au lieu d'arrêter le chariot mobile sur le chiffre 6, le bouton M l'avait fait coulisser jusqu'au chiffre 9; le nombre 72, produit de 8 par 9, apparaîtrait aux lucarnes.

Comme chaque bouton commande un cylindre et que les choses se passent de la même façon pour tous les cylindres, il est facile de comprendre que, dans toutes les positions du chariot, on aura toujours le produit du multiplicande (inscrit au départ) par le chiffre indiqué par le

Digitized by Google

curseur. Quand le nombre des chiffres du multiplicande est plus petit que le nombre des boutons de l'appareil, on ramène les cylindres inutiles à 0 ou plutôt sur la partie dépourvue de chiffres.

Il n'est pas indifférent de dire qu'à l'aide du Calculateur Genaille les multiplications peuvent aussi bien s'effectuer par la gauche que par la droite. Cependant, pour rendre plus compréhensible l'exemple suivant, nous nous contenterons de la marche ordinaire des calculs usuels et nous commencerons par le premier chiffre à droite du multiplicateur.

Soit donc à multiplier 278.694.379 par 68.

Les rouleaux D et D′ occupant la position indiquée sur la figure 1 et le curseur marquant 1, faisons paraître aux lucarnes, à l'aide des boutons B, le nombre 278.694.379.

Si nous déplaçons le chariot mobile, au moyen du bouton M, jusqu'à ce que le curseur marque 8, immédiatement apparaissent aux lucarnes

les chiffres : 5 6 4 8 3 2 5 6 / 1 6 6 4 7 2 2 4 7 2 dont l'addition sur le rouleau D

donne 2 2 2 9 5 5 5 0 3 2 produit de 278.694.379 par 8.

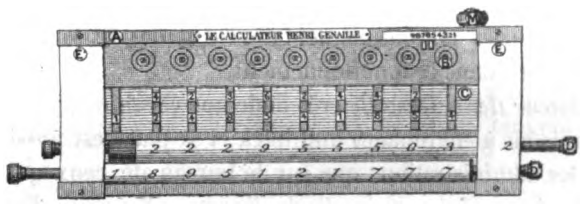


Fig. 4.

Tirons le rouleau D vers la droite et le rouleau D′ vers la gauche, nous faisons disparaître ainsi le chiffre 2, à droite du produit précédent ; on inscrit ce chiffre 2 sur l'ardoise E *(fig. 4)*.

Amenons le chariot mobile au chiffre 6 du curseur, nous nous trouvons en présence des chiffres :

4 2 3 6 2 4 4 2 / 1 2 4 8 5 4 1 8 5 4 } dans les lucarnes

et des chiffres : 2 2 2 9 5 5 5 0 3 sur le rouleau D qui, par addition sur le rouleau D′, donnent le total :

1 8 9 5 1 2 1 7 7 7

Ce total, rapproché du chiffre 2 de l'ardoise, représente le produit 18.951.217.772 du nombre donné par 68.

Si nous avions à multiplier par un troisième chiffre, il suffirait de tourner légèrement le rouleau D pour faire disparaître les chiffres qui

Digitized by Google

y sont inscrits et de mettre les rouleaux D et D′ en opposition ; on amènerait ainsi D′ vers la droite et D vers la gauche, le chiffre 7 qui disparaîtrait serait à écrire à gauche du chiffre 2 de l'ardoise et on n'aurait plus qu'à poursuivre l'opération comme précédemment.

Il est plus long de décrire la manœuvre que de l'exécuter, car l'apprentissage est presque nul et le fonctionnement est de suite compréhensible pour toute personne ayant fait un peu de calcul.

Il est à remarquer aussi que le facteur choisi comme multiplicateur peut être aussi long que le comporte le plus grand calcul, puisque l'opération se continue par le mouvement du bouton M et par le va-et-vient des rouleaux.

Qu'il nous suffise de dire que, pour la division, on écrit le diviseur à l'aide des boutons B et les dividendes partiels sur les rouleaux ; au lieu d'une addition, on n'aura qu'à faire une soustraction et les positions successives du chariot mobile indiqueront les chiffres du quotient.

En cas de facteurs immenses, on peut aussi accoupler plusieurs appareils, la manœuvre ne se complique pas pour cela en proportion du nombre de chiffres des facteurs et de l'importance du calcul.

Le nouvel appareil est donc simple et son emploi inspire d'autant plus de confiance que les notions élémentaires connues de tout le monde sont seules appliquées dans le fonctionnement.

Le *Calculateur Henri Genaille* crée donc une classe d'appareils en dehors des combinaisons à engrenages multiples et sa place est aussi bien marquée dans les administrations que sur le bureau de ceux qui ont besoin de diminuer leurs fatigues intellectuelles par l'emploi d'un auxiliaire précieux.

M. L. LECORNU

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

SUR LES AIRES DES PODAIRES [O29d]

— Séance du 13 août 1894 —

Le théorème que je me propose d'établir est le suivant :

« Étant donnée une courbe fermée quelconque C, si l'on prend, par rapport à un point fixe arbitraire A de son plan, la podaire P de cette

Digitized by Google

courbe et la podaire P′ de sa développée, on obtient deux nouvelles courbes fermées. La différence des aires P et P′ est égale à l'aire C. »

Soit :

$$x \cos \theta + y \sin \theta - p = 0$$

l'équation de la tangente en un point quelconque de la courbe C, l'origine étant placée en A. Les coordonnées ξ, η du point de contact M sont :

$$\begin{aligned} \xi &= p \cos \theta - p' \sin \theta \\ \eta &= p \sin \theta + p' \cos \theta \end{aligned} \qquad \left(p' = \frac{dp}{d\theta}\right)$$

d'où :

$$\frac{d\xi}{d\theta} = -(p + p'') \sin \theta,$$

$$\frac{d\eta}{d\theta} = (p + p'') \cos \theta$$

et :

$$\xi \frac{d\eta}{d\theta} - \eta \frac{d\xi}{d\theta} = (p + p'')\, p = p^2 - p'^2 + \frac{d(pp')}{d\theta}.$$

Soient maintenant dS l'aire élémentaire décrite par le rayon vecteur AM, et dP, dP′ les aires élémentaires décrites simultanément par les perpendiculaires (de longueurs p et p') abaissées de A sur la tangente et sur la normale. On a :

$$\xi \frac{d\eta}{d\theta} - \eta \frac{d\xi}{d\theta} = 2 \frac{dS}{d\theta}$$

$$p^2 = 2 \frac{dP}{d\theta}$$

$$p'^2 = 2 \frac{dP'}{d\theta}$$

et il en résulte :

$$\frac{dS}{d\theta} = \frac{dP}{d\theta} - \frac{dP'}{d\theta} + \frac{1}{2} \frac{d(pp')}{d\theta}.$$

Si donc on intègre depuis une valeur initiale θ_0 de θ jusqu'à une valeur finale quelconque, il vient :

$$(S - S_0) = (P - P_0) - (P' - P'_0) + \frac{1}{2}(pp' - p_0 p'_0).$$

En langage ordinaire, cette équation exprime que « l'aire décrite par le rayon vecteur OM est équivalente à la différence des aires décrites par les perpendiculaires p, p' abaissées de A sur la tangente et sur la nor-

Digitized by Google

male, augmentée de la variation du triangle rectangle construit sur ces deux perpendiculaires. »

Supposons maintenant que la rotation totale soit égale à 2π : le dernier terme disparaît, et l'on obtient la proposition énoncée en commençant. La vérité de cette proposition a été soupçonnée par M. Barisien (*Intermédiaire des Mathématiciens*, questions 224 et 225), pour le cas particulier où la courbe C est une ellipse ou l'une des développées successives de l'ellipse.

M. L. LECORNU

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

THÉORIE DE L'ESCARPOLETTE [R8e]

— Séance du 13 août 1894 —

Delaunay, dans son *Traité de Mécanique*, a examiné sommairement le procédé employé par un gymnasiarque pour entretenir et amplifier à volonté les oscillations de son trapèze ou de son escarpolette. Mais, ainsi que le montrera ce qui va suivre, sa théorie est incomplète et incapable d'expliquer certains faits d'expérience. Voici comment il me paraît possible de la perfectionner.

Pour simplifier le langage, je raisonnerai comme si l'appareil était suspendu à une seule corde, incapable de torsion, et comme si toute la masse en mouvement était concentrée dans le plan vertical d'oscillation de la corde : il est clair que ces conventions ne peuvent diminuer en rien la généralité des résultats.

Par le centre de suspension O, menons, à un instant quelconque, une droite OG aboutissant au centre de gravité G du système. Appelons a la longueur OG, θ l'angle de OG avec la verticale descendante, et supposons, pour fixer les idées, que θ soit positif et croissant. Si nous négligeons les résistances passives, les seules forces extérieures sont d'une part la réaction du point d'attache, d'autre part la pesanteur.

En désignant par M la masse totale, le moment de la pesanteur par rapport à O est $-Mga \sin\theta$: ce moment est pris négativement parce

Digitized by Google

qu'il tend à diminuer θ. Les efforts musculaires de l'homme ne peuvent développer que des forces intérieures, pour lesquelles la somme des moments par rapport au point O est rigoureusement nulle. La dérivée de la somme des moments des quantités de mouvement par rapport à O est donc égale au moment de la pesanteur.

Soient r et φ les coordonnées polaires d'un point quelconque du système par rapport à l'origine O et à l'axe OG ; soit m la masse élémentaire placée en ce point. La somme des moments des quantités de mouvement est $\Sigma mr^2\left(\frac{d\theta}{dt}+\frac{d\varphi}{dt}\right)$. Nous avons par suite :

$$(1)\qquad \frac{d}{dt}\left[\Sigma mr^2\left(\frac{d\theta}{dt}+\frac{d\varphi}{dt}\right)\right]+Mga\sin\theta=0.$$

Évaluons maintenant l'énergie totale E. La force vive est évidemment : $\Sigma m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\Sigma mr^2\left(\frac{d\theta}{dt}+\frac{d\varphi}{dt}\right)^2$. L'énergie potentielle peut être représentée par la hauteur du centre de gravité au-dessus d'un plan fixe, multipliée par le poids total : en négligeant une constante, cette énergie a pour mesure $-Mga\cos\theta$. L'énergie totale est donc, à une constante près :

$$E=\frac{1}{2}\Sigma m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{1}{2}\Sigma mr^2\left(\frac{d\theta}{dt}+\frac{d\varphi}{dt}\right)^2-Mga\cos\theta.$$

D'autre part, l'énergie E_r due au mouvement relatif est :

$$E_r=\frac{1}{2}\Sigma m\left(\frac{dr}{dt}\right)^2+\frac{1}{2}\Sigma mr^2\left(\frac{d\varphi}{dt}\right)^2;$$

ce qui permet d'écrire :

$$E=E_r+\frac{d\theta}{dt}\Sigma mr^2\left(\frac{d\theta}{dt}+\frac{d\varphi}{dt}\right)-\frac{1}{2}\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\Sigma mr^2-Mga\cos\theta.$$

En prenant la dérivée par rapport au temps et tenant compte de l'équation (1), il vient :

$$(2)\qquad \frac{dE}{dt}=\frac{dE_r}{dt}+\frac{d^2\theta}{dt^2}\Sigma mr^2\frac{d\varphi}{dt}-\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2\Sigma mr\frac{dr}{dt}-Mg\cos\theta\frac{da}{dt}.$$

L'énergie due au mouvement relatif oscille nécessairement entre certaines limites. Supposons qu'aux instants t_0, t_1, E_r prenne la même valeur, et intégrons de t_0 à t_1 l'équation précédente. Si nous appelons ω la vitesse angulaire $\frac{d\theta}{dt}$ et ω' sa dérivée, il vient, pour l'accroissement ΔE de

Digitized by Google

l'énergie totale :

$$(3) \qquad \Delta E = \int_{t_0}^{t_1} \omega' \Sigma m r^2 d\varphi - \int_{t_0}^{t_1} \omega^2 \Sigma m r dr - Mg \int_{t_0}^{t_1} \cos\theta da.$$

Le gymnasiarque doit combiner ses mouvements de telle façon que ΔE soit positif et égal au moins, en valeur absolue, au travail des résistances passives (résistance de l'air, frottement des points d'attache, raideur des cordes, etc.). Nous pouvons, en sacrifiant un peu de la rigueur, mettre ΔE sous une forme plus simple. A cet effet, désignons par θ_0 la valeur maxima qui serait atteinte par θ, en l'absence de résistances passives, si le mouvement relatif cessait brusquement à l'instant t. La théorie du pendule composé donne :

$$\omega^2 \Sigma m r^2 = 2Mga (\cos\theta - \cos\theta_0),$$

d'où :

$$Mg \int \cos\theta \, da = Mg \int \cos\theta_0 \, da + \frac{1}{2} \int \omega^2 \frac{da}{a} \Sigma m r^2.$$

θ_0 est une fonction de t, mais c'est une fonction qui ne peut éprouver que des variations très faibles pendant la durée d'une oscillation. Les variations de $\cos\theta_0$ sont encore moins prononcées. Nous pouvons donc, sans crainte de grosse erreur, traiter $\cos\theta_0$ comme une constante. Admettons en outre qu'aux limites d'intégration, t_0 et t_1, la longueur OG reprenne la même valeur : il suffit, pour cela, que le mouvement relatif du corps soit périodique comme le balancement lui-même, et que l'intervalle $t_1 - t_0$ soit celui d'une oscillation complète. Dans ces conditions, l'intégrale $\int \cos\theta_0 da$ est nulle et l'équation (3) devient :

$$(4) \qquad \Delta E = \int_{t_0}^{t_1} \omega' \Sigma m r^2 d\varphi - \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_1} \omega^2 \frac{d(a \Sigma m r^2)}{a}.$$

L'accroissement d'énergie découle donc de deux groupes de termes bien distincts : le premier, dépendant uniquement des forces d'inertie tangentielles, comme le montre la présence du facteur ω' ; le second, proportionnel, toutes choses égales d'ailleurs, à ω^2, et lié par conséquent à l'existence des forces centrifuges. Autrement dit, l'homme a deux moyens de réaliser son but : il peut agir à chaque instant soit sur la valeur de $\Sigma m r^2 d\varphi$, soit sur celle de $\frac{d(a \Sigma m r^2)}{a}$. L'influence de $\Sigma m r^2 d\varphi$ est proportionnelle à ω' : l'instant le plus favorable à cet égard est celui de l'écart maximum, et le signe de $\Sigma m r^2 d\varphi$ doit changer en même temps que celui de ω', c'est-à-dire au moment du passage par la verticale.

Digitized by Google

L'influence de $\frac{d(a\Sigma mr^2)}{a}$ est proportionnelle à ω^2 : elle est d'autant plus grande que le centre de gravité est plus rapproché de la verticale, et elle est nulle au moment du maximum d'écart. Remarquons encore que, pour un pendule de forme invariable, la plus grande valeur de ω' est proportionnelle au sinus de l'angle d'écart et la plus grande valeur de ω^2 est proportionnelle à l'excès de l'unité sur le cosinus de ce même angle, c'est-à-dire au carré du sinus de l'angle moitié : d'après cela, tant que le balancement est très faible, l'effet utile est dû presque exclusivement aux termes en ω'. La théorie élémentaire de Delaunay ne fait entrer en ligne de compte que l'action des forces centrifuges, représentée par les termes en ω^2 ; elle laisse complètement de côté les termes en ω'.

L'observation confirme pleinement les résultats qui précèdent. Considérons, par exemple, un gymnasiarque debout sur son trapèze. S'il maintient son corps dans le plan des cordages, se bornant à fléchir ou à redresser les jambes, le balancement ne peut être dû qu'aux variations du produit $a\Sigma mr^2$, accru par la flexion, diminué par le redressement. Il faut alors, d'après ce que nous avons vu, que le redressement ait lieu brusquement au moment du passage par la verticale, les mouvements de flexion, dont l'effet est défavorable, étant réservés aux instants pour lesquels ω est nul, c'est-à-dire aux instants d'écart maximum : c'est bien ce qu'indique la pratique. En second lieu, si le gymnasiarque se tient raide, il lui reste la ressource de pencher alternativement le corps en avant ou en arrière. Dans ce cas le moment d'inertie ne varie pas sensiblement non plus que la distance a du centre de gravité au point d'attache, car la rotation a lieu sensiblement autour du centre de gravité : c'est donc le terme en ω' qui intervient seul.

Analysons de plus près ce qui se passe dans la seconde hypothèse, et pour cela assimilons le corps à une tige rigide, tournant autour de son centre de gravité. Soit, à un instant quelconque, ψ l'angle aigu formé par la tige avec le prolongement de OG au delà de G : nous supposerons que la rotation ψ nécessaire pour amener la droite OG prolongée en coïncidence avec la tige s'effectue dans le même sens que les variations positives de θ. A une variation positive $d\psi$ de l'angle ψ correspond une variation également positive de l'angle θ. Prenons sur la tige un point quelconque A situé à la distance r de O et à la distance $\pm\rho$ de G. En évaluant de deux manières différentes l'aire élémentaire décrite par la portion de tige GA, on trouve aisément la relation :

$$r^2 d\rho = \rho^2 d\psi + a\rho \cos\psi \, d\psi,$$

d'où :

$$\Sigma mr^2 d\rho = d\psi \Sigma m\rho^2 + a d\psi \Sigma\rho \cos\psi ;$$

Digitized by Google

mais, pour l'ensemble de la tige, la somme $\Sigma\rho \cos \psi$ est nulle; il reste donc :

$$\Sigma m r^2 d\varphi = d\psi \Sigma m \rho^2.$$

Ainsi, l'effet d'une rotation élémentaire $d\psi$ est, toutes choses égales d'ailleurs, proportionnel au moment d'inertie $\Sigma m\rho^2$ par rapport au centre de gravité, et indépendant de l'inclinaison ψ. En outre, la formule (4) montre que $d\psi$, pour agir dans le sens favorable, doit être du même signe que ω'. Par conséquent, dans la demi-oscillation descendante, ψ doit être croissant ; dans la demi-oscillation ascendante, il doit devenir décroissant. Autrement dit, pendant le mouvement de descente, l'extrémité inférieure du corps doit se porter en avant; pendant le mouvement de montée, elle doit revenir en arrière, ce qui est d'accord avec l'expérience.

Il va sans dire qu'en réalité les choses se passent d'une manière bien plus complexe. Les deux modes de travail se combinent et mettent en jeu, simultanément, dans des conditions très variées, les muscles de l'opérateur. Pour savoir complètement ce qui arrive, il faudrait avant tout procéder à une étude chronophotographique des mouvements effectués par un gymnasiarque expérimenté.

M. L. LECORNU

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

SUR LES DÉTERMINANTS WRONSKIENS [B1o]

— Séance du 18 août 1894 —

Dans le premier numéro de l'*Intermédiaire des Mathématiciens* figurait, sous le numéro 14, une question ainsi conçue :

« Intégrer l'équation aux différentielles totales du deuxième ordre :

$$\begin{vmatrix} x & dx & d^2x \\ y & dy & d^2y \\ z & dz & d^2z \end{vmatrix} = 0. \text{ »}$$

Digitized by Google

La réponse sommaire que je donnai à cette question et qui parut dans le même numéro provoqua, de la part de M. Peano, de Turin, l'observation que voici :

« La solution de la question 14 ne contient pas toutes les conditions nécessaires. J'ai montré (voir : *Sur les Wronskiens*, *Mathesis*, 1889, pages 75 et 110) que la proposition :

Si les fonctions f(t), φ(t), ψ(t) *satisfont à l'équation*

$$\begin{vmatrix} f(t) & \varphi(t) & \psi(t) \\ f'(t) & \varphi'(t) & \psi'(t) \\ f''(t) & \varphi''(t) & \psi''(t) \end{vmatrix} = 0,$$

elles sont liées par une relation de la forme :

$$Af(t) + B\varphi(t) + C\psi(t) = 0$$

à coefficients constants n'est pas exacte, mais elle est juste, si l'on suppose de plus qu'il n'y a pas de valeurs de t qui annulent tous les mineurs du déterminant donné. On trouve d'ailleurs cette proposition inexacte dans tous les traités publiés avant ou après ma note. »

Je voudrais examiner ici cette objection, avec les développements qu'elle comporte. Dans l'un des articles de *Mathesis* auxquels renvoie M. Peano, on lit que l'inexactitude dont il s'agit a été commise, entre autres, par MM. Hermite *(Cours d'analyse)*, Jordan *(Cours d'analyse)*, Laurent *(Traité d'analyse)*; la chose mérite donc d'être tirée au clair.

Prenons d'abord le cas de deux fonctions. M. Peano, pour montrer que l'équation $xy' - x'y = 0$ n'entraîne pas toujours la constance du rapport $\frac{y}{x}$, cite l'exemple des deux fonctions $x = t^2$, $y = t$ mod. t, en désignant par mod. t la valeur absolue de t. On trouve, en effet :

$$x' = 2t, \quad y' = 2 \text{ mod. } t, \quad xy' - yx' = 2 \text{ mod. } t\,(t^2 - t^2) = 0;$$

x et y sont d'ailleurs toujours continus, ainsi que leurs dérivées premières. Or, le rapport $\frac{y}{x}$, égal à $+1$ pour $t > 0$, devient égal à -1 pour $t < 0$.

L'observation est exacte; mais elle s'appliquerait tout aussi bien à la théorie des équations différentielles linéaires, car x et y sont ici deux intégrales particulières de l'équation : $tz' - 2z = 0$. L'intégrale générale, $z = Ct^2$ de cette équation représente, dans le système des coordonnées z et t, une famille de paraboles qui se touchent toutes à l'origine, et l'élément $t = 0$, $z = 0$, $dz = 0$ joue à ce point de vue le rôle d'une intégrale singulière. En atteignant l'élément commun, on passe

Digitized by Google

à volonté d'une parabole à une autre sans rompre la continuité de la fonction non plus que de sa dérivée première, mais en acceptant une discontinuité de la dérivée seconde : je ne crois pas que la constatation de ce fait soit de nature à surprendre les analystes.

Dans le cas de trois fonctions x, y, z d'une même variable t, l'intégration de l'équation :

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ x' & y' & z' \\ x'' & y'' & z'' \end{vmatrix} = 0$$

se ramène à celle de l'équation linéaire $Pz + Qz' + Rz'' = 0$, en choisissant arbitrairement les deux fonctions x, y et posant ensuite :

$$P = x'y'' - x''y' \qquad Q = x''y - xy'' \qquad R = xy' - x'y.$$

x, y, z sont manifestement trois intégrales particulières de cette équation linéaire. L'on a donc (en appelant C_1 et C_2 deux constantes) : $z = C_1x + C_2y$; du moins cette relation doit subsister tant que la théorie classique des équations différentielles ne tombe pas en défaut. Il est vrai que, si R était identiquement nul, l'équation ne serait plus du second ordre ; mais l'équation $R = 0$ entraîne, avec les restrictions indiquées ci-dessus, une relation de la forme $y = Cx$, qui rentre dans la précédente en divisant celle-ci par C_2, remplaçant $\frac{C_1}{C_2}$ par $-C$ et faisant ensuite $C_2 = \infty$. Laissant ce cas de côté, il peut encore arriver, pour certaines valeurs particulières de t (et bien que les fonctions x, y, z restent continues ainsi que leurs dérivées premières), que les constantes C_1, C_2 prennent subitement de nouvelles valeurs C'_1, C'_2. Ceci exige qu'à l'instant du changement l'on ait à la fois :

$$z = C_1x + C_2y = C'_1x + C'_2y \quad \text{d'où} \quad (C_1 - C'_1)\,x + (C_2 - C'_2)\,y = 0$$

$$\text{et } z' = C_1x' + C_2y' = C'_1x' + C'_2y' \quad \text{d'où} \quad (C_1 - C'_1)\,x' + (C_2 - C'_2)\,y' = 0$$

par suite :

$$xy' - yx' = 0 \qquad xz' - zx' = 0 \qquad yz' - zx' = 0.$$

Géométriquement, on voit que la courbe, lieu du point x, y, z, passe du plan $z = C_1x + C_2y$ dans le plan $z = C'_1x + C'_2y$ et qu'au point de passage les deux fragments de courbe ont pour tangente commune la droite d'intersection des deux plans. Si l'on s'en tient là, les dérivées secondes x'', y'', z'', qui figurent dans l'équation proposée, sont finies,

Digitized by Google

mais l'une d'elles au moins est discontinue. Pour obtenir la continuité des dérivées secondes, il faut joindre la condition :

$$C_1 x'' + C_2 y'' = C'_1 x'' + C'_2 y''$$

qui, combinée avec les précédentes, donne :

$$xy'' - yx'' = 0 \qquad xz'' - zx'' = 0 \qquad yz'' - zx'' = 0.$$

En vertu de la formule bien connue :

$$\frac{1}{R^2} = \frac{(xy'' - yx'')^2 + (xz'' - zx'')^2 + (yz'' - zx'')^2}{(x'^2 + y'^2 + z'^2)^3}$$

on peut conclure que le rayon de courbure est infini, au point de passage, pour chacune des courbes qui se substituent l'une à l'autre. En d'autres termes, le changement de plan n'est possible sans discontinuité des dérivées secondes que si les deux courbes se raccordent en un point d'inflexion.

Partant de là, il serait facile de combiner des exemples propres à justifier l'observation de M. Peano ; mais, en tous cas, la proposition générale ne peut tomber en défaut que pour certaines valeurs particulières de la variable indépendante.

M. RAVUT

à Coublevie, par Voiron (Isère).

RÉSOLUTION DES ÉQUATIONS DES DEUXIÈME, TROISIÈME ET QUATRIÈME DEGRÉS EN PRENANT POUR POINT DE DÉPART L'ÉQUATION IDENTIQUE DE CAYLEY SUR LES MATRICES.

— Séance du 13 août 1894 —

En partant de l'équation identique de Cayley sur les matrices, on obtient, par une méthode générale simple et élégante, la résolution des équations des deuxième, troisième et quatrième degrés.

Cette méthode conduit en outre à des résultats intéressants pour les équations d'un degré supérieur au quatrième. Elle se rattache d'ailleurs, d'une manière très intime, à la théorie des substitutions.

Digitized by Google

CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

Une matrice qui n'est composée que de zéros et d'unités, de telle sorte qu'il n'y ait dans chaque ligne et dans chaque colonne qu'une seule fois l'unité, est un symbole qui équivaut à une substitution. Pour s'en convaincre il suffit, par exemple, d'effectuer les multiplications suivantes :

$$\begin{pmatrix} a & b & c & d \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c & d & a & b \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ b & 0 & 0 & 0 \\ c & 0 & 0 & 0 \\ d & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c & 0 & 0 & 0 \\ d & 0 & 0 & 0 \\ a & 0 & 0 & 0 \\ b & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Dans le premier cas, les colonnes sont interverties; dans le deuxième, ce sont les lignes.

Considérons les matrices :

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = A^{-1} \qquad \begin{pmatrix} a & b & c & d \\ e & f & g & h \\ k & l & m & n \\ o & p & q & r \end{pmatrix} = M \qquad \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} = A$$

on aura : $$A^{-1}MA = \begin{pmatrix} f & g & h & e \\ l & m & n & k \\ p & q & r & o \\ b & c & d & a \end{pmatrix} = N;$$

N est la transformée de M par A.

Comme dans la théorie des substitutions, on a :

$$A^{-1}M^qA = N^q.$$

Lorsqu'une matrice satisfait à une équation, sa transformée y satisfait également.

Ainsi, si l'on a :

$$M^3 + pM^2 + qM + r = 0$$

Digitized by Google

(p, q, r étant des quantités réelles ou imaginaires de la forme $a + bi$), on aura :

$$(A^{-1}MA)^3 + p(A^{-1}MA)^2 + q(A^{-1}MA) + r = 0.$$

Parmi les matrices de substitutions, il en est deux que je représenterai, pour abréger, par des lettres spéciales.

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & . & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & 1 & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & . & . & . & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & . & . & . & . & . & 1 & 0 \\ 0 & . & . & . & . & . & 0 & 1 \\ 1 & . & . & . & . & . & 0 & 0 \end{pmatrix} \qquad T = \begin{pmatrix} 0 & . & . & . & . & . & 0 & 1 \\ 0 & . & . & . & . & 0 & 1 & 0 \\ 0 & . & . & . & . & 1 & 0 & 0 \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . & . & . & . \\ 0 & 0 & 1 & . & . & . & . & 0 \\ 0 & 1 & . & . & . & . & . & 0 \\ 1 & . & . & . & . & . & . & 0 \end{pmatrix}$$

Les puissances de S sont en tout comparables aux racines de l'unité. Quant à T, son carré est égal à l'unité.

Si l'on transforme une matrice à l'aide de T, la matrice tourne de 180 degrés autour de son centre. Exemple :

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} g & h & k \\ d & e & f \\ a & b & c \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k & h & g \\ f & e & d \\ c & f & a \end{pmatrix}$$

On peut facilement se rendre compte de la raison de ce déplacement par la figure géométrique ci-contre *(fig. 1)*, qui indique les deux déplacements successifs d'une même lettre.

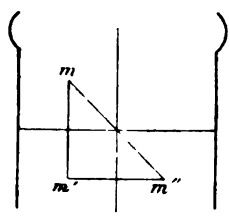


FIG. 1.

Si l'on transforme à l'aide de T une matrice telle que :

$$\begin{pmatrix} a & b & c & d \\ d & a & b & c \\ c & d & a & b \\ b & c & d & a \end{pmatrix}$$

Digitized by Google

on obtiendra la matrice transversale, c'est-à-dire la précédente, que l'on aura fait tourner de 180 degrés autour de la diagonale qui renferme la lettre a; en d'autres termes, une matrice dont les colonnes seront les lignes de la première :

$$\begin{pmatrix} a & d & c & b \\ b & a & d & c \\ c & b & a & d \\ d & c & b & a \end{pmatrix}.$$

Les puissances de S forment un groupe dont le nombre des matrices, en y comprenant la matrice unité, est égal à l'ordre de la matrice. Exemple :

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad S^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad S^3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad S^4 = \overset{\text{Matrice unité.}}{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}$$

Étant donnée l'équation identique qui correspond à une matrice, par exemple du troisième ordre :

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix}^3 - \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix}^2 \sum a + \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix} \sum \begin{vmatrix} a & b \\ d & e \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix} = 0,$$

il est facile d'établir que la matrice

$$\begin{pmatrix} a & \rho b & \rho^2 c \\ \rho^2 d & e & \rho f \\ \rho g & \rho^2 h & k \end{pmatrix}$$

dans laquelle $\rho^3 = 1$, satisfait également à l'équation.

Il suffit, pour cela, de faire remarquer que les déterminants qui forment les coefficients de la nouvelle équation identique sont les mêmes que précédemment.

Dans la nouvelle matrice je multiplie successivement les lignes par $1, \rho, \rho^2$ et je divise les colonnes de même rang par $1, \rho, \rho^2$. Les coefficients resteront invariables. Or, la matrice, par cette opération, reprend sa forme primitive. Donc, les coefficients de la seconde équation identique ont la même valeur que ceux de la première.

On peut établir la même vérité d'une manière plus élégante.

Posons : $A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho & 0 \\ 0 & 0 & \rho^2 \end{pmatrix}$; on aura : $A^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho^2 & 0 \\ 0 & 0 & \rho \end{pmatrix}$.

Digitized by Google

La transformée

$$A^{-1}\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{pmatrix} \quad A = \begin{pmatrix} a & \rho b & \rho^2 c \\ \rho^2 d & e & \rho f \\ \rho g & \rho^2 h & k \end{pmatrix}$$

satisfait à l'équation. Ce qu'il fallait démontrer.

Si l'on considère la matrice

$$M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ c & a & b \\ b & c & a \end{pmatrix}$$

on aura :

$$M = a + bS + cS^2.$$

$$S = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad S^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad S^3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \text{matrice unité.}$$

(Dans le terme a, la matrice unité est sous-entendue.)

S se comportera dans les multiplications comme un symbole d'opération en tout semblable aux racines cubiques de l'unité.

RÉSOLUTION DE L'ÉQUATION DU DEUXIÈME DEGRÉ

Soit l'équation :

$$x^2 + px + q = 0.$$

La matrice $\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}$ satisfera à cette équation si l'on peut déterminer a et b de telle sorte que l'on ait :

$$2a = -p, \qquad a^2 - b^2 = q.$$

Il suffit pour cela de poser :

$$a = -\frac{p}{2}, \qquad b = \pm\sqrt{\frac{p^2}{4} - q}.$$

Par le fait même que $\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}$ satisfait à l'équation, $\begin{pmatrix} a & -b \\ -b & a \end{pmatrix}$ doit y satisfaire.

Cette dernière valeur, en effet, n'est pas autre chose que la transformée de $\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}$ par $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$. Car on a :

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ -1 & 0 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & -b \\ -b & a \end{pmatrix}.$$

Digitized by Google

Mais si l'on remarque que

$$\begin{pmatrix} a & b \\ b & a \end{pmatrix} = a \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + b \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

et que

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \text{matrice unité},$$

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}^2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} = \text{matrice unité},$$

on s'aperçoit que ces matrices se comportent dans les opérations comme 1 et —1. On pourra donc poser :

$$x = a \mp b = -\frac{p}{2} \mp \sqrt{\frac{p^2}{4} - q},$$

si dans la matrice on a pris pour valeur de b : $+\sqrt{\frac{p^2}{4} - q}$.

RÉSOLUTION DE L'ÉQUATION DU TROISIÈME DEGRÉ

Soit l'équation du troisième degré

$$x^3 + px^2 + qx + r = 0.$$

La matrice $M = \begin{pmatrix} a & b & c \\ c & a & b \\ b & c & a \end{pmatrix}$ satisfera à l'équation précédente si l'on peut déterminer a, b, c de telle sorte que l'on ait :

$$3a = -p;$$
$$3a^2 - 3bc = q;$$
$$a^3 + b^3 + c^3 - 3abc = -r.$$

Il suffit pour cela de poser $a = -\frac{p}{3}$ et de donner à b et à c un système de valeurs qui puissent convenir aux équations

$$bc = \frac{p^2 - 3q}{9},$$

$$b^3 + c^3 = -\frac{2p^3 - 9pq + 27r}{27}.$$

La transformée $T^{-1}MT$ satisfera également à l'équation.

Digitized by Google

Il en sera de même de la matrice

$$\left(\begin{matrix} a & \rho^2 b & \rho c \\ \rho c & a & \rho^2 b \\ \rho^2 b & \rho c & a \end{matrix}\right)$$

Or : $$M = a + bS + cS^2.$$

Si donc l'on considère S comme un symbole d'opération dont le cube égale 1, on pourra prendre pour racine de l'équation l'expression :

$$a + \rho b + \rho^2 c,$$

ρ étant une racine cubique de l'unité.

Les deux autres matrices nous donneront les racines :

$$a + \rho^2 b + \rho c,$$
$$a + b + c.$$

RÉSOLUTION DE L'ÉQUATION DU QUATRIÈME DEGRÉ

Soit l'équation :

$$x^4 + px^3 + qx^2 + rx + s = 0.$$

La matrice

$$M = \left(\begin{matrix} a & b & c & d \\ d & a & b & c \\ c & d & a & b \\ b & c & d & a \end{matrix}\right)$$

satisfera à cette équation si l'on peut déterminer a, b, c, d de manière à avoir :

(1) $$4a = -p;$$

(2) $$6a^2 - 4bd - 2c^2 = q;$$

(3) $$4a^3 - 8abd + 4cd^2 + 4cb^2 - 4ac^2 = -r;$$

(4) $$\left\{\begin{matrix} a^4 - d^4 + c^4 - b^4 + 2b^2d^2 - 4a^2bd + 4acd^2 + 4acb^2 \\ - 2a^2c^2 - 4bdc^2 = s. \end{matrix}\right.$$

On en tire :

(5) $$b^2 + d^2 = \frac{4pq - 8r - p^3}{32c},$$

(6) $$bd = \frac{3p^2 - 8q - 16c^2}{32}.$$

Digitized by Google

Mais l'équation (4) peut s'écrire :

$$c^4 + a^4 - (b^2 + d^2)^2 + 4b^2d^2 - 4(a^2 + c^2)bd + 4ac(b^2 + d^2) - 2a^2c^2 = s.$$

En remplaçant dans cette dernière équation $b^2 + d^2$ et bd par leurs valeurs en fonction de c et des quantités connues, on obtient une équation du troisième degré en c^2 que l'on peut résoudre. c une fois connu, les équations (5) et (6) donneront des valeurs correspondantes pour b et d.

Les matrices suivantes seront les racines de l'équation donnée :

$$\begin{pmatrix} a & b & c & d \\ d & a & b & c \\ c & d & a & b \\ b & c & d & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & d & c & b \\ b & a & d & c \\ c & b & a & d \\ d & c & b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & -ib & -c & id \\ id & a & -ib & -c \\ -c & id & a & -ib \\ -ib & -c & id & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & id & -c & -ib \\ -ib & a & id & -c \\ -c & -ib & a & id \\ id & -c & -ib & a \end{pmatrix}$$

On peut donc écrire :

$$\begin{aligned} x' &= a + ib - c - id \\ x'' &= a - ib - c + id \\ x''' &= a + b + c + d \\ x^{\text{IV}} &= a - b + c - d \end{aligned}$$

ÉQUATION DU CINQUIÈME DEGRÉ

Nous supposerons que la matrice

$$M = \begin{pmatrix} a & b & c & d & e \\ e & a & b & c & d \\ d & e & a & b & c \\ c & d & e & a & b \\ b & c & d & e & a \end{pmatrix}$$

est racine d'une équation $\varphi(x) = 0$ du cinquième degré.

Les racines de l'équation sont des fonctions linéaires de a, b, c, d, e.

Remarquons d'abord que la matrice

$$\begin{pmatrix} a & \rho^4 b & \rho^3 c & \rho^2 d & \rho e \\ \rho e & a & \rho^4 b & \rho^3 c & \rho^2 d \\ \rho^2 d & \rho e & a & \rho^4 b & \rho^3 c \\ \rho^3 c & \rho^2 d & \rho e & a & \rho^4 b \\ \rho^4 b & \rho^3 c & \rho^2 d & \rho e & a \end{pmatrix}$$

dans laquelle ρ est une racine cinquième de l'unité, satisfait également à l'équation $\varphi(x) = 0$.

Digitized by Google

Pour déterminer les trois autres racines, on transformera M à l'aide de :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Les trois transformées

$$A^{-1}MA, \qquad AMA^{-1}, \qquad A^{-2}MA^{2}$$

satisferont à l'équation $\varphi(x) = 0$.

Les cinq racines de l'équation seront ainsi représentées par les expressions linéaires :

$$\begin{array}{l} a + \rho b + \rho^2 c + \rho^3 d + \rho^4 e \\ a + b + c + d + e \\ a + \rho^2 b + \rho^4 c + \rho d + \rho^3 e \\ a + \rho^3 b + \rho c + \rho^4 d + \rho^2 e \\ a + \rho^4 b + \rho^3 c + \rho^2 d + \rho e \end{array}$$

ÉQUATION DU SIXIÈME DEGRÉ

Pour le sixième degré, nous avons :

$$M = \begin{pmatrix} a & b & c & d & e & f \\ f & a & b & c & d & e \\ e & f & a & b & c & d \\ d & e & f & a & b & c \\ c & d & e & f & a & b \\ b & c & d & e & f & a \end{pmatrix}$$

$$N = \begin{pmatrix} a & \rho^5 b & \rho^4 c & \rho^3 d & \rho^2 e & \rho f \\ \rho f & a & \rho^5 b & \rho^4 c & \rho^3 d & \rho^2 e \\ \rho^2 e & \rho f & a & \rho^5 b & \rho^4 c & \rho^3 d \\ \rho^3 d & \rho^2 e & \rho f & a & \rho^3 b & \rho^4 c \\ \rho^4 c & \rho^3 d & \rho^2 e & \rho f & a & \rho^5 b \\ \rho^5 b & \rho^4 c & \rho^3 d & \rho^2 e & \rho f & a \end{pmatrix}$$

ρ est une racine primitive de l'équation $\rho^6 - 1 = 0$.

Digitized by Google

Nous transformerons à l'aide de T et de :

$$A = \begin{vmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

Les six racines de l'équation seront données par les expressions linéaires suivantes :

$a + \rho b + \rho^2 c + \rho^3 d + \rho^4 e + \rho^5 f$	qui correspond à	M;
$a + b + c + d + e + f$	»	N;
$a + \rho^5 b + \rho^4 c + \rho^3 d + \rho^2 e + \rho f$	»	$T^{-1}MT$;
$a + \rho^4 b + \rho^2 c - \rho^3 d + \rho^4 e + \rho^2 f$	»	$T^{-1}NT$;
$a - \rho^5 b + \rho^4 c - \rho^3 d + \rho^2 e - \rho f$	»	$A^{-1}MA$;
$a - b + c - d + e - f$	»	$A^{-1}T^{-1}NTA$.

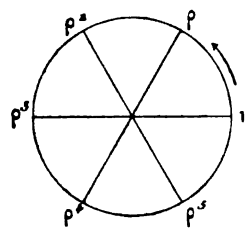


FIG. 2.

M. A. GOB

Professeur à l'Athénée de Hasselt (Belgique).

TRANSFORMATION D'UN QUADRANGLE [K8a]

— Séance du 14 août 1894 —

1. — Dans notre note : *Sur une série de quadrangles* (Congrès de Marseille, 1891), nous avons considéré les quadrangles dont les sommets sont les inverses de ceux d'un quadrangle fixe par rapport à un pôle quel-

Digitized by Google

conque(*). A cette étude se rattache le problème suivant : *déterminer un point tel que le quadrangle métaharmonique d'un quadrangle donné par rapport à ce point soit orthogonal* (**). La solution de ce problème fait l'objet de la présente note.

Rappelons d'abord quelques propositions bien connues et dont la démonstration n'offre aucune difficulté.

a) Si le quadrangle ABCD est orthogonal, les quatre circonférences ABC, ABD, BCD, ACD sont égales entre elles. Réciproquement, si les trois circonférences ABC, ABD, ACD sont égales entre elles, le quadrangle ABCD est orthogonal.

b) Si dans le quadrangle ABCD les circonférences ABC et ABD sont respectivement égales aux circonférences DBC et ACD, le quadrangle est un parallélogramme, ou bien il est orthogonal.

c) Le lieu géométrique des pôles d'inversion par rapport auxquels les inverses de deux circonférences données O et O′ sont des circonférences égales, se compose de deux circonférences passant par les points d'intersection des cercles O et O′ et ayant pour centres les centres de similitude de ces cercles. Ces circonférences sont orthogonales entre elles et chacune d'elles coupe sous le même angle les cercles O et O′. Nous les désignerons sous le nom de *cercles d'égale inversion relatifs aux cercles* O *et* O′.

2. — Proposons-nous maintenant de déterminer un point dont le quadrangle métaharmonique par rapport à un quadrangle donné ABCD soit orthogonal. En vertu de la proposition *a)*, il faut et il suffit que les inverses des cercles ABC, ABD, ACD par rapport à ce point soient des cercles égaux. Désignons par (AB) et (AB)′ les cercles d'égale inversion des circonférences ABC et ABD, et par des notations analogues les cercles d'égale inversion relatifs aux circonférences ABC, ABD, ACD, BCD, combinées deux à deux de toutes les manières possibles.

Les circonférences (AB) et (AB)′ coupent les circonférences (AC) et (AC)′ en quatre points α, β, γ, δ autres que le point A. Il résulte de la proposition *c)* que ces points sont les seuls par rapport auxquels les inverses des circonférences ABC, ABD, ACD sont des cercles égaux. Le problème proposé admet donc quatre solutions constituées par les points α, β, γ, δ et n'en admet pas davantage.

Les circonférences (AB) et (AB)′ coupent les circonférences (CD) et (CD)′ en huit points, parmi lesquels figurent, en vertu des propositions *a)* et *c)*,

(*) Dans la note citée, nous avons désigné sous le nom de *quadrangle métaharmonique* d'un quadrangle donné relativement à un point le quadrangle qui a pour sommets les inverses, par rapport à ce point, des sommets du quadrangle donné. Dans le but de simplifier le langage, nous conservons cette dénomination.

(**) Nous convenons d'appeler *quadrangle orthogonal* un quadrangle dans lequel chaque sommet est l'orthocentre du triangle formé par les trois autres.

Digitized by Google

les points α, β, γ, δ. On conclut de la proposition *b)* que les quatre autres points d'intersection ont pour quadrangles métaharmoniques des parallélogrammes. Il existe dans le plan du quadrangle douze points, dont six seulement sont réels, jouissant de cette propriété. (Pour de plus amples renseignements sur ces points, voir notre note : *Sur une série de quadrangles* et *Wiskundige opgaven*, deel IV, p. 67.)

3. — Soumettons la figure à une inversion de pôle A et soient B′, C′, D′, α', β', γ', δ' les inverses des points B, C, D, α, β, γ, δ. Les inverses des circonférences ABC, ABD, ACD seront les droites B′C′, B′D′, C′D′ et puisque les circonférences (AB) et (AB)′ forment des angles égaux avec les circonférences ABC et ABD, leurs inverses seront les bissectrices de l'angle C′B′D′. Les points α', β', γ', δ' appartiennent donc à ces bissectrices et l'on démontrerait de même qu'ils se trouvent sur les bissectrices des angles B′C′D′ et B′D′C′. Ces points sont donc les centres des cercles touchant les côtés du triangle B′C′D′. On en conclut que le quadrangle $\alpha'\beta'\gamma'\delta'$ est orthogonal et que les rôles des quadrangles ABCD, $\alpha\beta\gamma\delta$ peuvent être intervertis, c'est-à-dire que les quadrangles métaharmoniques des points A, B, C, D par rapport au quadrangle $\alpha\beta\gamma\delta$ sont orthogonaux.

Il est à remarquer que les points B′C′D′ sont les pieds des hauteurs du triangle $\alpha\beta\gamma$. En résumé, donc, les inverses de sept des points α, β, γ, δ, A, B, C, D par rapport au huitième donnent la figure formée par les sommets d'un triangle, son orthocentre et les pieds de ses hauteurs.

Enfin, on peut démontrer, soit directement, soit en suivant la méthode que nous avons indiquée dans notre notice citée plus haut, que les quadrangles métaharmoniques des points α, β, γ, δ par rapport au quadrangle ABCD sont semblables entre eux. Nous laissons au lecteur le soin de développer cette démonstration.

4. — Il serait très intéressant de rechercher ce que deviennent les points α, β, γ, δ dans quelques cas particuliers. Nous nous contenterons d'indiquer ici les plus simples de ces cas :

Si le quadrangle ABCD est inscriptible dans un cercle, les points α, β, γ, δ coïncident avec les points ABCD.

Si le quadrangle ABCD est orthogonal, trois des points α, β, γ, δ sont les points de rencontre des côtés opposés de ce quadrangle, le quatrième est un point quelconque à l'infini. Réciproquement, si l'un des points A, B, C, D est à l'infini, le quadrangle $\alpha\beta\gamma\delta$ est orthogonal et les points de rencontre des côtés opposés de ce quadrangle sont ceux des points A, B, C, D qui se trouvent à distance finie.

Si le quadrangle ABCD est un parallélogramme, les points α, β, γ, δ s'obtiennent en portant de part et d'autre sur chaque diagonale, à partir

Digitized by Google

de leur point de rencontre, des longueurs égales à la moitié de l'autre diagonale.

5. — On peut présenter sous une forme un peu différente les résultats des paragraphes 2 et 3. Rappelons d'abord la propriété suivante pour la démonstration de laquelle nous renvoyons à la note présentée au Congrès de Marseille.

Considérons dans le plan du quadrangle ABCD un point P et construisons les points M et M′ déterminés par les équipollences :

$$AP \,.\, AM = AB \,.\, AD,$$
$$CP \,.\, CM = CB \,.\, CD.$$

Cela posé, le quadrangle métaharmonique du point P par rapport au quadrangle ABCD est semblable au quadrangle MBM′D, et si l'on construit les points I et J′ définis par les équipollences :

$$AC \,.\, AI = AB \,.\, AD,$$
$$CA \,.\, CJ' = CB \,.\, CD,$$

il existe entre les points M et M′ une correspondance définie par l'équipollence :

$$IM \,.\, J'M' = IB \,.\, J'B.$$

Nous dirons que les points M et M′ se correspondent dans une inversion générale à deux pôles, dont les points doubles sont B et D et les pôles I et J′.

Ces préliminaires rappelés, désignons par α_1, β_1, γ_1, δ_1 et α_2, β_2, γ_2, δ_2 les positions que prennent respectivement les points M et M′ lorsqu'on fait coïncider P successivement avec les points α, β, γ, δ. Le quadrangle $\alpha_1 B \alpha_2 D$ étant semblable au quadrangle métaharmonique de P par rapport à ABCD sera orthogonal. Il en sera de même des quadrangles $\beta_1 B \beta_2 D$, $\gamma_1 B \gamma_2 D$, $\delta_1 B \delta_2 D$. De plus, les points α_1, β_1, γ_1, δ_1 formant un système de points inverses des points α, β, γ, δ par rapport au point A, le quadrangle $\alpha_1\beta_1\gamma_1\delta_1$ sera orthogonal. Il en est de même du quadrangle $\alpha_2\beta_2\gamma_2\delta_2$. Les points D, B, I étant les inverses des points B, D, C seront les pieds des hauteurs du triangle $\alpha_1\beta_1\gamma_1$. En résumé :

Étant donnée une inversion générale dont les deux pôles sont les points I *et* J′ *et dont les points doubles sont les points* B *et* D, *il existe quatre groupes de points correspondants,* α_1 *et* α_2, β_1 *et* β_2, γ_1 *et* γ_2, δ_1 *et* δ_2, *tels que*

Digitized by Google

chacun d'eux forme avec les points B *et* D *un quadrangle orthogonal. Les quadrangles* $\alpha_1\beta_1\gamma_1\delta_1$, $\alpha_2\beta_2\gamma_2\delta_2$ *sont orthogonaux et les triangles* BID, BJ'D *sont les triangles orthiques des triangles* $\alpha_1\beta_1\gamma_1$, $\alpha_2\beta_2\gamma_2$.

6. — Nous terminerons cette note en démontrant un théorème relatif aux quadrangles podaires d'un point variable par rapport à un quadrilatère fixe.

Considérons un quadrilatère quelconque. Désignons par a, b, c, d les côtés de ce quadrilatère et par A, B, C, D, E, F les points de rencontre des couples de droites a et d, b et a, c et b, d et c, b et d, a et c. Soit P un point quelconque; construisons les points M et M' déterminés par les équipollences :

$$EP \,.\, EM = EA \,.\, EB, \qquad (1)$$
$$EP \,.\, EM' = EC \,.\, ED \qquad (2)$$

Soient α, β, γ, δ les projections du point P sur les droites a, b, c, d. Nous savons (voir notre note : *Sur quelques transformations de figures*, Congrès de Limoges, 1890) que les triangles $\alpha\beta\delta$, $\gamma\beta\delta$ sont inversement semblables aux triangles MBA, M'DC. Construisons sur AB comme base un triangle NAB directement semblable au triangle M'CD. Le quadrangle MANB sera semblable au quadrangle $\alpha\beta\gamma\delta$; or, les points N et M' se correspondent dans deux figures directement semblables; il en est de même des points M et M', car en divisant membre à membre les équipollences (1) et (2), on a l'équipollence :

$$\frac{EM}{EM'} = \frac{EA \,.\, EB}{EC \,.\, ED}.$$

On en conclut que les points M et N se correspondent dans deux figures directement semblables. Donc :

Si, sur une base fixe AB *prise comme côté on construit des quadrangles semblables aux quadrangles podaires d'un point variable par rapport à un quadrilatère fixe, les sommets libres se correspondent dans deux figures directement semblables.*

Digitized by Google

M. J. N. SHOOLBRED

Ingénieur, à Londres.

SUR LES CHEMINS DE FER ÉLECTRIQUES, EN ANGLETERRE, EN 1895

— Séance du 14 août 1896 —

Il existe en Angleterre, en plus des tramways, deux exemples, de la largeur de voie ordinaire, de $1^m,45$, qui font le service public absolument comme les chemins de fer à vapeur. Ce sont: le *City and South London Railway*, à Londres, en souterrain sur toute sa longueur, et le *Liverpool Overhead Railway*, qui, à Liverpool, longe le bord de la Mersey et suit la ligne des Docks, à une hauteur de 5 mètres au-dessus de la route ordinaire, qui se trouve en dessous sur presque toute sa longueur. Voici quelques détails sur chaque entreprise.

CITY AND SOUTH LONDON RAILWAY, A LONDRES

Ce chemin de fer, en souterrain sur toute sa longueur (cinq kilomètres et demi), commence dans la Cité, près du Pont de Londres, à côté du Monument, et se dirige vers le sud-ouest, passant sous la Tamise, et se termine, à présent dans la banlieue, près de Clapham.

Il y a, sur toute la longueur, deux tunnels, l'un à côté de l'autre, et complètement indépendants l'un de l'autre. Chacun est circulaire, formé par des anneaux en fonte, ayant un diamètre intérieur de 3 mètres; les traverses sont placées directement sur ces anneaux. Les rails sont attachés aux traverses, de manière à laisser une hauteur minimum de $2^m,75$, entre les rails et la partie la plus haute du tunnel. La largeur de la voie est de $1^m,45$, largeur ordinaire des chemins de fer. Les pentes, en descendant de la cité vers la Tamise, sont fortes, 3 centimètres par mètre (1 sur 30), et en un point 7 centimètres (1 sur 14); mais la rampe du côté sud de la Tamise est beaucoup moindre, et ne dépasse pas 1 centimètre par mètre (1 sur 100). Les tunnels sont presque partout dans l'argile,

Digitized by Google

très compacte, qui se trouve presque sous toute la partie centrale de Londres. La ligne a été placée à une profondeur considérable au-dessous du sol, afin de se trouver dans cette couche d'argile, et pour éviter les fondations des édifices, les égouts, etc. Il y a six stations en tout, et à chacune, des ascenseurs font le service pour les voyageurs, bien qu'il y ait des escaliers.

La traction se fait au moyen de l'électricité, comme force motrice.

La station génératrice se trouve à Stockwell, dans la banlieue, où sont placées six chaudières système « Lancashire » de 180 chevaux chacune. Quatre machines à vapeur verticales « compound », de 400 chevaux chacune, font marcher, au moyen de courroies, quatre dynamos chacune de 450 ampères et à 500 volts.

Des câbles conduisent le courant à deux points intermédiaires de la ligne, à des distances de 3.900 mètres, et de 1.300 mètres de la station génératrice.

Le conducteur de service (pour les trains) est en acier, en forme de ⅃⊓L et pesant cinq kilogrammes par mètre; il est placé entre les deux rails ordinaires de la voie.

Chaque train, pour cent voyageurs, est composé de trois voitures, pesant chacune quatre tonnes et demie. La locomotive, en tête, a deux moteurs électriques placés en séries, et agissant directement sur les essieux. Ces moteurs peuvent développer, ensemble, une force de cinquante chevaux, à une vitesse de 40 kilomètres à l'heure, et avec 310 tours d'essieux par minute.

L'ingénieur en chef du chemin de fer est M. J. H. Greathead, avec Sir John Fowler Bt et Sir Benjamin Baker comme ingénieurs-conseils. Les constructions électriques ont été fournies par MM. Mather et Platt, et le Dr Ed. Hopkinson.

Les résultats de l'exploitation, depuis le commencement, sont donnés, par semestre, dans le tableau qui suit, lequel contient aussi quelques détails sur la circulation des voyageurs.

Digitized by Google

CITY AND SOUTH LONDON RAILWAY. — RECETTES, DÉPENSES, FRAIS D'EXPLOITATION

	1891		1892		1893		1894	
	30 JUIN	31 DÉCEMBRE	30 JUIN	31 DÉCEMBRE	30 JUIN	31 DÉCEMBRE	30 JUIN	31 DÉCEMBRE
	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS
Dépenses	388.025	387.925	377.450	384.755	374.100	369.050	374.750	369.057
Bénéfice	104.175	118.175	160.550	181.550	204.875	201.475	232.600	237.259
RECETTES	492.200	506.100	538.000	566.300	578.975	570.525	607.350	606.316
Nombre de voyageurs	2.412.343	2.749.055	2.813.162	3.317.602	3.146.656	3.093.351	3.383.154	3.275.649
Parcours des trains	280.876 kil.	303.564 kil.	304.191 kil.	345.008 kil.	350.221 kil.	361.087 kil.	365.827 kil.	368.966
Rapport pour cent des dépenses	79 0/0	76 0/0	70 0/0	67,9 0/0	64,6 0/0	64,6 0/0	61,7 0/0	60,9 0/0
	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS
Recettes par kilomètre de train	1 49	1 52	1 58	1 46	1 52	1 46	1 52	1 30
Dépenses par kilomètre	1 27	1 13	1 16	1 04	0 99	0 96	0 95	0 77
Dépenses *loco* par kilomètre	0 56	0 49	0 47	0 44	0 40	0 38	0 38	0 31
Recettes par voyageur	0 19	0 17	0 17	0 16	0 17	0 17	0 16	0 18

Digitized by Google

LE « *LIVERPOOL OVERHEAD RAILWAY* », *A LIVERPOOL.*

Cette ligne a été concédée, d'abord, au « Mersey Docks and Harbour Board » (le gardien officiel de tout ce qui concerne le Port de Liverpool). Mais, en 1887, la concession a été cédée à la Compagnie du « Liverpool Overhead Railway », qui a construit la ligne, et qui l'exploite maintenant.

La longueur totale de la ligne est de 10 kilomètres, en double voie partout, et de la largeur de voie ordinaire des chemins de fer, $1^m,45$. Elle suit, au-dessus de la grande route, à une hauteur de 5 mètres, la ligne intérieure des bassins des Docks, le long de la Mersey.

La ligne, sur toute sa longueur, est en viaduc; le viaduc consiste en deux files de poutres en treillis, d'acier, avec des piles aussi en acier, munies de bases en fonte. Les travées sont au nombre de six cents environ, elles varient d'ouverture, depuis 10 mètres jusqu'à 30 mètres. Les deux lignes de poutres longitudinales sont séparées de $6^m,70$. Un plancher de plaques d'acier, de 8 millimètres d'épaisseur, réunit les poutres. Ces plaques sont courbées en arc, à peu près semi-circulaire, avec une montée de 37 centimètres. Le plancher est couvert, et l'espace étroit entre les deux plaques est en outre rempli d'asphalte comme protection contre l'humidité.

Il y a un pont tournant sur la grande route, qui porte aussi sur le même bâti, un pont-levis, pour le passage de cette route à travers le canal, qui conduit à un bassin intérieur. Il existe encore sur le chemin de fer deux autres ponts-levis. Les stations des voyageurs sont au nombre de quatorze, d'une construction simple; chacune consiste en deux plates-formes extérieures, de 40 mètres chacune, avec son escalier, etc.

La voie consiste en rails Vignole, en acier, de 27 kilos par mètre, posés sur des longrines en bois, qui sont boulonnées directement sur le plancher déjà décrit. La quantité totale de fer, de fonte et d'acier, dans la construction de la ligne, est à peu près de 22.000 tonnes.

Chaque train peut transporter 114 voyageurs, et se compose de deux voitures (de 14 mètres de long et $2^m,60$ de large, chacune). Le train vide pèse trente et une tonnes et demie, et complet trente-neuf tonnes, dont six tonnes et demie appartiennent à la machinerie électrique. Chaque voiture porte, à un bout, un moteur électrique, de manière qu'il se trouve un moteur à chaque extrémité du train. L'armature de ces moteurs est calée sur les essieux mêmes.

Le conducteur positif suit longitudinalement le milieu de la voie; c'est une barre d'acier en forme de ⅃⅂, ayant une section de 26 centimètres, et supportée par des isolateurs en porcelaine. Le retour se fait au moyen des rails ordinaires de la voie.

La station génératrice, située vers l'extrémité nord de la ligne, contient

Digitized by Google

quatre machines à vapeur horizontales, « compound », de 400 chevaux (actuels) chacune, et qui font marcher, par transmission à cordes, une dynamo « Elwell-Parker » donnant 475 ampères et 500 volts, à 420 tours; soit 1.200 chevaux électriques en tout. Il y a six chaudières, système « Lancashire ». Des accumulateurs, à chaque station de voyageurs, opèrent les signaux, et servent aussi pour l'éclairage électrique.

La consommation de charbon, par kilomètre de train, qui était d'abord d'un peu plus de 6 kilos, a été réduite à 5 kilos. Les billets simples, pour toute distance, sont de 0 fr. 30 en première; et 0 fr. 20 en deuxième.

Les dépenses initiales totales, y compris la construction et le matériel, se sont élevées, à peu près, à 14 millions de francs; soit 1.400.000 francs par kilomètre.

L'ingénieur en chef de cette ligne est aussi M. J. H. Greathead; mais les ingénieurs-conseils sont Sir Charles Fox and Sons. Les constructions électriques ont été fournies par *The Electric Construction Corporation*, sous la direction de M. T. Parker.

Les résultats de l'exploitation par six mois, depuis le commencement, ainsi que des détails et le nombre des voyageurs sont donnés dans le tableau qui suit:

« LIVERPOOL OVERHEAD RAILWAY » (ELECTRIC). — RECETTES, DÉPENSES FRAIS D'EXPLOITATION

	1893		1894	
	DU 6 MARS AU 30 JUIN (17 semaines)	31 DÉCEMBRE	30 JUIN	31 DÉCEMBRE
	FRANCS	FRANCS	FRANCS	FRANCS
Dépenses	174.750	343.325	373.675	429.056
Bénéfice	134.050	115.225	126.600	213.467
RECETTES	308.800	458.550	500.275	642.523
NOMBRE DE VOYAGEURS				
Première classe	235.487	260.221	277.653	362.179
Deuxième classe	956.922	1.293.840	1.246.975	2.228.224
Ouvriers, billets de retour	178.333	921.578	1.336.809	1.050.976
TOTAL	1.370.742	2.475.639	2.861.437	3.641.379
Nombre de trains		46.429	50.483	
Parcours des trains		391.854 kil.		

Digitized by Google

L'auteur prie la Section d'accorder ses remerciements à M. J. H. Greathead; pour les diagrammes, qu'il a prêtés, aussi bien que pour les détails qu'il a bien voulu donner, sur les deux entreprises.

Les conférences, à Londres, à l'Institution des Ingénieurs civils, faites le 14 février 1893, et le 27 février 1894, donnent une description plus détaillée de ces deux chemins de fer électriques.

M. Jules MARTIN

Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite, à Paris.

AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS RÉSULTANT DE LA GRANDE VITESSE DES TRAINS

— Séance du 14 août 1894 —

I. — Généralités

A cette question générale : *Quels sont les avantages et les inconvénients qui résultent de la grande vitesse des trains?* on est tout naturellement porté à rappeler la réponse que Georges Stéphenson faisait imperturbablement à toutes les questions générales, sans exception, que Perdonnet lui adressait : *It depends*, cela dépend.

Oui, lorsqu'il s'agit du problème si compliqué et si délicat de l'exploitation des chemins de fer, il est absolument impossible de faire une réponse nette, catégorique, à une question générale.

La réponse à faire dépend des conditions d'exécution de la ligne à exploiter, de la composition du réseau auquel cette ligne appartient, de la nature du trafic, de l'intensité du trafic, des mœurs commerciales du pays, du climat, de la saison, des systèmes adoptés pour l'exploitation (concessions temporaires, perpétuelles, fermage, exploitation par l'État, etc.).

Si l'on étudie la question au point de vue exclusif du public, la vitesse ne présente que des avantages, en admettant que les lignes soient construites de manière à ne pas compromettre la sécurité.

Digitized by Google

Si l'on étudie la question au point de vue des administrations exploitantes, les inconvénients de la vitesse sont évidents et ils font toujours ajourner les améliorations réclamées.

L'étude de cette question aura donc un double avantage : elle calmera les impatiences du public et elle stimulera l'inertie des administrations.

Et d'abord, il n'est peut-être pas inutile de bien établir ce qu'on entend par *vitesse des trains*.

En 1826, au concours célèbre de Liverpool à Manchester, la vitesse demandée était de douze kilomètres à l'heure.

Quand je parcourus, en 1838, les premières lignes exécutées en Belgique, les trains rapides marchaient avec une vitesse de trente kilomètres à l'heure et les populations considéraient ce résultat comme merveilleux, malgré les trépidations et les mouvements de lacet que nous ne supporterions pas aujourd'hui. Plus tard, lorsque nous construisions des voies non éclissées, nous trouvions que la vitesse de cinquante kilomètres à l'heure était une vitesse excessive, presque dangereuse; aujourd'hui nous appelons *trains des charrettes* les trains omnibus qui marchent normalement avec des vitesses de quarante à cinquante kilomètres à l'heure et nous ne craignons pas de marcher avec des vitesses normales de quatre-vingts à quatre-vingt-dix kilomètres, le mécanicien pouvant, sur quelques points, se lancer à la vitesse de cent, cent dix et cent vingt kilomètres à l'heure.

L'article 49 du cahier des charges imposé aux Compagnies françaises porte :

« La Compagnie sera tenue d'effectuer constamment avec soin, exactitude et *célérité*, et sans tour de faveur, le transport des voyageurs, bestiaux, denrées, marchandises et objets quelconques qui lui seront confiés. »

Ainsi, d'après le cahier des charges, les voyageurs et les marchandises doivent être transportés *avec célérité*. Le principe même du transport par chemin de fer, c'est donc le transport *rapide*, c'est la *vitesse*.

Il faut donc que les trains marchent avec célérité; et quels que soient les inconvénients de la vitesse, il faut les surmonter pour obtenir que les voyageurs et les marchandises soient conduits à leur destination dans le plus court délai possible.

Le temps, c'est de l'argent, disaient autrefois les Anglais. Aujourd'hui, nous disons : *c'est l'étoffe dont la vie est faite;* il faut donc à tout prix l'économiser.

On a déjà fait beaucoup depuis trente ans; mais tout ce qu'on a fait est insuffisant; les besoins deviennent de plus en plus exigeants à mesure qu'ils sont mieux satisfaits.

Digitized by Google

Aussi, la tâche de ceux qui sont chargés d'exploiter un grand réseau devient-elle de plus en plus difficile, de plus en plus délicate.

Si nous continuons la lecture du cahier des charges, nous trouvons à l'article 50 relatif aux délais :

« 1° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à *grande vitesse* seront expédiés par le premier train de voyageurs comprenant des voitures de toutes classes et correspondant avec leur destination, pourvu qu'ils aient été présentés à l'enregistrement trois heures avant le départ de ce train.

» Ils seront mis à la disposition des destinataires, à la gare, dans le délai de deux heures après l'arrivée du même train ;

» 2° Les animaux, denrées, marchandises et objets quelconques à *petite vitesse* seront expédiés dans le jour qui suivra celui de la remise; toutefois l'Administration supérieure pourra étendre ce délai à deux jours.

» Le maximum de *durée du trajet* sera fixé par l'administration, sur la proposition de la Compagnie, sans que ce maximum puisse excéder vingt-quatre heures par fraction indivisible de cent vingt-cinq kilomètres.

» Les colis seront mis à la disposition du destinataire dans le jour qui suivra celui de leur arrivée en gare.

» Le délai total résultant des trois paragraphes ci-dessus sera seul obligatoire par la Compagnie.

» Il pourra être établi un tarif réduit, approuvé par le ministre, pour tout expéditeur qui acceptera des délais plus longs que ceux déterminés ci-dessus pour la *petite vitesse*. »

Le mot *célérité*, qui se trouvait dans l'article 49, se dédouble dans l'article 50 où il est remplacé par les expressions *grande vitesse*, *petite vitesse;* et, il faut bien l'avouer, le délai qui caractérise la *petite vitesse* est tel qu'on pourrait bien supprimer le mot *vitesse* dans la formule et dire que les marchandises seront transportées avec la lenteur des modes de transport connus à l'époque où le cahier des charges fut rédigé.

Cette observation s'applique surtout aux marchandises pour lesquelles on fait des tarifs spéciaux conformément aux stipulations du dernier paragraphe de l'article 50 ci-dessus rappelé.

Lorsque l'expression *petite vitesse* était prononcée devant le grand économiste Michel Chevalier, il ne pouvait s'empêcher de protester avec vivacité contre l'espèce de contradiction qui existe au fond entre les deux mots : *La base de la transformation des chemins de fer, disait-il, doit être l'abolition de la petite vitesse, ce doit être le* « DELENDA CARTHAGO » *des amis du progrès.*

Le public demande la *célérité* la plus grande et les prix les plus réduits; il ne fait pas toujours de distinction entre es plaines du Nord et les montagnes du Cantal. Il ne voit pas que, d'un côté, les lignes sont tracées

Digitized by Google

avec de faibles déclivités et des courbes de grand rayon au milieu d'une région fertile et peuplée où l'industrie agricole et l'industrie manufacturière sont prospères; et que, de l'autre côté, les lignes sont tracées avec de fortes déclivités et des courbes de petit rayon dans une région presque déserte et peu fertile.

Il lui faut une *prétendue égalité* (1) à tous les points de vue, comme si l'égalité dans des circonstances si dissemblables ne constituait pas une inégalité choquante.

Quant aux ingénieurs préposés aux divers services de l'exploitation d'un chemin de fer, ils réclameront toujours les plus longs délais possibles, non pas parce qu'ils ont l'intention de les utiliser partout et toujours, mais parce qu'ils veulent se mettre à l'abri des difficultés qui peuvent surgir sur les sections où ils n'ont pas pu remplacer, faute de crédits, les systèmes de voies anciens par des systèmes de voies plus stables, où ils sont encore obligés d'utiliser les anciennes machines et les vieux wagons, où les conditions défectueuses du tracé ne leur permettent pas de faire une exploitation économique, où les retards leur imposeraient des difficultés, des procès, etc.

Entre ces prétentions contradictoires et exagérées dans les deux sens, il y a lieu d'agir avec mesure et d'étudier avec soin chaque cas particulier; aussi le cahier des charges imposé aux Compagnies anglaises a-t-il caractérisé la situation en adoptant une expression qui nous étonne un peu, mais qui est assez juste au fond.

Il dit que les transports se feront avec une vitesse *raisonnable*.

Il est certain que telle vitesse qui est *raisonnable* dans les plaines du Nord et qui serait également raisonnable dans la vallée de la Garonne serait *déraisonnable* si elle était exigée dans les montagnes, même pour la descente des longues pentes.

Il est certain que la vitesse doit être plus grande lorsque le trafic des voyageurs et des messageries est important que lorsque le chemin de fer est principalement utilisé pour des transports de marchandises pondéreuses et de peu de valeur.

Il est certain que la vitesse de tous les trains doit être augmentée lorsque le trafic des voyageurs et des marchandises est très intense, non seulement parce qu'il y a un intérêt véritable à donner satisfaction au commerce et à l'industrie, mais encore parce que, en agissant ainsi, *on augmente la capacité de circulation des lignes tout en réduisant les chances d'accidents*.

Il est certain, enfin, que telle vitesse qui était *raisonnable* il y a trente

(1) Dans le mémoire que nous avons lu au Congrès de Limoges, en 1890, sur les tarifs de chemin de fer, nous avons eu occasion de montrer la confusion que le public fait souvent entre l'*égalité* réelle, équitable, et l'*uniformité* qui, consacrant presque toujours une injustice, arrêterait l'essor de tous les progrès.

Digitized by Google

ans, lorsque le matériel fixe ainsi que le matériel roulant n'avaient pas atteint le degré de perfection que nous lui connaissons aujourd'hui, serait inadmissible ou *déraisonnable* en 1894.

Il résulte donc de ces considérations générales que, pour discuter avec fruit la question posée, il faut la discuter en ayant soin de définir préalablement le pays, la région, le réseau et même, dans un grand réseau, les sections de ce réseau auxquelles s'appliquent les arguments à invoquer pour justifier une conclusion.

Nous essaierons de faire cette classification, mais nous devons rappeler succinctement, tout d'abord, les inconvénients et les avantages généraux qui résultent de l'accélération de la vitesse des trains.

II. — Inconvénients.

Infrastructure. — Il est évident que si le réseau à construire doit être parcouru par des trains très rapides, il faut que les déclivités soient faibles et que les courbes soient tracées avec de grands rayons. Il en résultera une augmentation de frais de premier établissement qui pourra être justifiée, si le trafic est important, mais qui constituerait un véritable gaspillage pour les lignes à faible trafic.

Sans insister sur ce point, nous ne pouvons pas ne pas faire remarquer, cependant, que dans bien des circonstances l'intérêt et l'amortissement des capitaux engagés entrent dans le prix à exiger par voyageur et par tonne de marchandises pour 50, 60 et même 66 0/0.

Nous ajouterons que, sur certaines lignes stratégiques, il importe quelquefois de faire des rectifications de tracé pour permettre aux trains d'arriver dans un délai déterminé à certaines stations désignées par les hommes de guerre et que la considération de la dépense ne doit pas, dans ce cas, arrêter l'Administration.

Ainsi, nous pouvons citer des rectifications qui ont été réalisées en France et en Allemagne tantôt en modifiant le profil et les courbes d'une ligne exploitée, tantôt en créant des embranchements nouveaux.

La France a terminé presque toutes les rectifications qu'il était utile de faire à la frontière; et, puisqu'il est question de vitesse, on pourrait peut-être reprocher aux hommes politiques de s'être laissé attarder dans cette course par des considérations secondaires sur quelques points.

Des rectifications doivent être réalisées sur les réseaux du centre à la traversée des grandes villes, sièges de grands commandements militaires, où les gares n'ont été organisées que par des considérations d'ordre commercial.

Digitized by Google

Ce n'est pas une grande vitesse absolue qu'il importe d'imprimer aux trains militaires, c'est une régularité de marche ou de manœuvre telle que le commandant en chef puisse être certain de pouvoir concentrer sur un point donné et dans un délai déterminé toutes les forces qu'il a jugé nécessaire d'y porter.

C'est surtout dans les grandes gares de bifurcation que les trains militaires trouveront des obstacles imprévus, si toutes les dispositions nécessaires pour faciliter le passage des uns et la formation des autres n'ont pas été bien combinées.

Ainsi, par exemple, il y a lieu de regretter que le plan dressé par la Compagnie d'Orléans pour faciliter les manœuvres et les rapports des trois gares de Limoges ait été modifié pour obtenir une économie de 10 0/0. Cette économie, réalisée par le ministre des Travaux publics, peut être payée bien cher par le pays lorsque la guerre éclatera (1).

En résumé, s'il est nécessaire de tracer les lignes avec toute la perfection désirable pour que la vitesse absolue des trains de toute nature soit aussi grande que possible eu égard aux progrès réalisés dans la construction des machines, il importe, au plus haut degré, de ne pas rendre ces progrès stériles en créant dans les gares des obstacles matériels ou légaux (2) résultant soit de la mauvaise disposition de ces gares, soit des prescriptions réglementaires imposées par l'Administration.

Superstructure et matériel roulant. — Toutes les observations que nous avons faites en ce qui concerne l'augmentation des dépenses d'infrastructure s'appliquent aux dépenses de superstructure ainsi qu'aux dépenses de construction du matériel roulant. Pour obtenir que les trains soient lancés avec de grandes vitesses, il faudra créer à grands frais une voie solide et stable et il faudra renouveler le matériel roulant en adoptant les progrès réalisés depuis la création des chemins de fer (3).

Pour augmenter la vitesse absolue des trains, il faudra nécessairement faire des dépenses de premier établissement ou de renouvellement plus considérables; il faudra même se résoudre à augmenter les dépenses d'exploitation et d'entretien. C'est là un des premiers inconvénients à signaler. ce n'est pas contestable.

Frais d'exploitation et de traction. — Les frais d'exploitation et de traction seront plus élevés, et il y aurait lieu d'étudier, pour chaque cas parti-

(1) Voir dans l'appendice le préambule du cours de chemins de fer (du 6 novembre 1886), professé par M. Jules Martin.

(2) Au point de vue matériel, il conviendrait d'éviter et de rendre indépendants un grand nombre de quais militaires; au point de vue légal, il y aurait lieu de supprimer les octrois (voir notre communication faite au Congrès de Besançon en 1893 et à la Société d'Économie politique).

(3) Voir la communication que nous avons faite au Congrès de Limoges, en 1890, sur la stabilité des voies.

Digitized by Google

culier, dans quelles limites les dépenses pourront être accrues; il est certain que la consommation du combustible sera plus grande, que l'entretien du matériel fixe et du matériel roulant sera plus élevé, qu'il faudra des freins plus puissants, une surveillance plus active, des appareils de sécurité plus nombreux, plus perfectionnés, etc.

Sécurité. — Arrivons maintenant à une autre question dont tout le monde se préoccupe naturellement, la question de *sécurité*. L'accélération de la vitesse des trains réduira-t-elle la sécurité de la circulation sur les chemins de fer?

Si un déraillement ou une collision surviennent lorsque les trains sont lancés à une grande vitesse, les conséquences seront plus graves que lorsque les trains marchent avec une vitesse modérée; mais l'accélération de la vitesse n'augmente pas les chances d'accident sur les lignes de premier ordre, construites avec de faibles déclivités et des courbes de grand rayon, possédant une voie homogène, bien éclissée, solide, stable, résistant parfaitement aux efforts qui tendent à écarter les rails ou à les renverser, surtout si les trains remorqués par des locomotives perfectionnées sont formés avec des voitures lourdes, bien suspendues, bien attelées, armées de freins continus, modérables, automatiques.

Eu égard aux perfectionnements apportés tous les jours dans la construction du matériel fixe et du matériel roulant, les trains peuvent, sans le moindre danger, marcher avec des vitesses de plus en plus grandes ; mais la limite maxima admissible sur les lignes du premier réseau, il ne serait pas raisonnable de l'admettre pour les lignes moins parfaites du deuxième réseau et *a fortiori* pour les lignes du troisième ou du quatrième réseau.

Il importe seulement que les vitesses soient régulièrement soutenues et que la marche des trains ne subisse jamais de brusques variations ; de là de nouvelles dépenses pour le contrôle du service des mécaniciens. Nous n'avons jamais vu d'accident occasionné par un excès de vitesse lorsque la voie et le matériel roulant étaient en bon état et que la marche était régulièrement soutenue (1). Nous ferons même remarquer, en terminant, que, *pour les lignes parcourues par des trains rapides, le personnel, à tous les degrés de la hiérarchie, est toujours sur le qui-vive, tandis que, pour les lignes où l'on n'admet que des trains marchant avec une faible vitesse, il y a presque toujours un laisser-aller qui est la principale cause des accidents.*

(1) Voir la conférence faite par M. Jules Martin, en 1892, à l'Hôtel des Sociétés savantes, sous le patronage de l'Association française : *Les chemins de fer au point de vue de la sécurité.*

Digitized by Google

III. — Avantages.

Voyageurs. — Quant aux avantages résultant de l'accélération de la vitesse des trains, ils sautent aux yeux des personnes les moins compétentes.

Le temps nécessaire aux voyageurs pour se rendre d'un point à l'autre étant notablement réduit, ils auront plus de loisir pour traiter ou diriger leurs affaires. Les dépenses accessoires (frais d'hôtel, de voitures, etc.) seront notablement réduites, surtout pour les voyages à faible distance qui pourront s'effectuer entre le déjeuner et le dîner. La Compagnie du Nord et la Compagnie de l'Est ont, à ce point de vue, réalisé des progrès sérieux.

Quant aux voyages à grande distance, l'accélération de la vitesse des trains réduira la fatigue, fera gagner du temps et permettra, dans un grand nombre de circonstances, d'entreprendre des voyages auxquels on aurait renoncé avec les modes de communication moins rapides.

Mais, pour que les résultats soient complets ou sérieux, il faut que le bénéfice de la grande vitesse ne soit pas accordé aux voyageurs de première classe, à l'exclusion des voyageurs de deuxième et de troisième classe; il faut qu'à l'exemple de l'aristocratique Angleterre nous mettions dans les trains rapides des voitures de toutes classes. L'expérience faite par M. Allport, sur le Midland, a montré que ce progrès s'est traduit, non seulement par une augmentation notable du nombre de voyageurs, mais encore par une augmentation de recette nette très sensible.

L'Administration française vient de réduire le prix du transport des voyageurs pour les classes peu aisées; cette réforme augmentera le trafic des voyageurs; mais elle ne produira tout son effet que si elle est complétée par une réduction notable du temps nécessaire pour effectuer les voyages.

Les facilités accordées aux voyageurs par la rapidité de la marche des trains et surtout par des horaires bien étudiés ont une importance au moins aussi grande sur le développement du trafic que l'abaissement des tarifs.

Marchandises. — Pour les marchandises, la rapidité du parcours permettra de transporter à de plus grandes distances les produits qui s'altèrent dans un assez court délai et de trouver un débouché dans les villes éloignées, au grand profit du producteur et du consommateur (1);

(1) Nous n'avons pas sous les yeux les critiques très vives que Michel Chevalier adressait à la Compagnie du Midi dont le trafic n'a pas pris le développement qu'on était en droit d'attendre dans une région aussi fertile. Mais elles étaient et elles sont encore en partie fondées.

Digitized by Google

elle permettra de réduire le stock des approvisionnements nécessaires aux grandes industries, qui pourront, dans les circonstances imprévues, s'adresser à un plus grand nombre de fournisseurs et être servies dans un délai plus court.

Mais, pour que la vitesse des trains produise tous ses fruits, il faut que les Compagnies de chemin de fer ne soient pas enlacées dans un réseau inextricable de règlements; il faut qu'elles aient la faculté de créer des tarifs réduits *from house to house*, comme disent les Anglais, afin que les gares ne soient pas converties en magasins et encombrées de marchandises à ce point que, dans certaines circonstances particulières, le service est excessivement entravé ou ralenti.

La question du camionnage, que nous ne pouvons pas traiter dans cette note, est, au point de vue de la rapidité des transports, beaucoup plus importante qu'on ne le croit généralement.

Des administrateurs à courte vue espèrent qu'en ralentissant les transports à petite vitesse le public consentira à payer le tribut de la grande vitesse; et nous pourrions citer quelques-unes des manœuvres employées dans certaines circonstances. Ces combinaisons avaient pour principal résultat d'entraver les transactions et de réduire le trafic. En Angleterre, les mœurs commerciales sont telles que le public et les Compagnies s'entendent souvent pour se débarrasser des entraves administratives qui ralentissent les opérations. Nous avons assisté, dans une des grandes gares de Londres, à toutes les opérations et à toutes les formalités nécessaires pour charger les wagons, préparer les écritures, former les trains et les expédier. Nous avons été frappé de la rapidité avec laquelle tout s'exécute, tout se simplifie.

En France, l'Administration supérieure se préoccupe surtout de dégager sa responsabilité, et c'est dans ce but qu'elle entasse règlements sur règlements ; or, ces règlements sont des entraves à la rapidité des opérations et rendent souvent stériles les efforts que les Compagnies voudraient faire pour augmenter la vitesse des trains. Espérons que la création du Métropolitain aura pour effet de modifier nos allures et de faire tomber les murs de l'octroi, qui entravent la circulation et occasionnent aux Compagnies des dépenses de premier établissement ou d'exploitation très considérables.

Ceux-là seuls qui ont exploité un chemin de fer peuvent apprécier l'importance des dommages indirects que cette institution a causés au public et aux Compagnies. (Voir la communication faite par M. Jules Martin à la Société d'Économie politique en 1892.)

Capacité de circulation d'un réseau. — Ajouterons-nous, enfin, qu'en accélérant la vitesse des trains, on augmente, dans une grande proportion,

Digitized by Google

la capacité de circulation d'un réseau. Il est évident que si la vitesse de tous les trains pouvait être doublée, le nombre de trains qu'il serait permis de lancer sur une ligne serait double et il y aurait à examiner, dans bien des circonstances, si, au lieu de doubler et de tripler les voies d'une ligne encombrée, il ne serait pas préférable, *au point de vue des dépenses, au point de vue de la sécurité, au point de vue des services rendus à la population*, s'il ne serait pas préférable, disons-nous, soit d'accélérer la vitesse de tous les trains, soit d'accélérer la vitesse des trains les moins rapides, de manière à réduire, autant que possible, les différences qui peuvent exister dans l'allure des trains, de grande et de petite vitesse.

Notre théorie, à ce point de vue, est appliquée depuis longtemps par les Compagnies qui ont un grand trafic, soit en France, soit en Angleterre, et qui sont toujours à la tête du progrès.

L'idéal serait d'imprimer la même vitesse à tous les trains.

IV. — Résumé et conclusions.

Mais pour apprécier les avantages et les inconvénients que nous venons d'énumérer et pour en faire ressortir la valeur absolue et la valeur relative, il faut, ainsi que nous l'avons fait remarquer en commençant, s'appliquer à comparer des réseaux établis dans des conditions analogues.

Pour que la comparaison fût équitable, il faudrait, disons-nous, ne pas confondre les groupes de lignes ayant un trafic considérable et qu'on désignait autrefois sous le nom de « Ancien réseau » avec les groupes de lignes dénommés sous le titre de « Nouveau réseau » (dont les recettes n'atteignent que 15.000 à 20.000 francs par kilomètre), ni avec les chemins de fer d'intérêt local.

En admettant cette distinction qui, malheureusement, a disparu avec les nouvelles conventions de 1883, voici, suivant nous, les conclusions qui pourraient être adoptées.

1° Lignes de grand trafic tracées avec toute la perfection désirable.

Personne ne contestera l'absolue nécessité de donner aux trains de voyageurs circulant sur les lignes de premier ordre la plus grande vitesse possible.

Voie. — Il faut donc, sans hésitation, commencer le renouvellement de la voie de manière à substituer aux anciens systèmes, dans le plus court

Digitized by Google

délai possible, le système le plus résistant et le plus stable (1). Toute économie réalisée à ce point de vue, sur les lignes de premier ordre, pourrait coûter cher un jour. Les accidents auront des conséquences d'autant plus graves que la vitesse sera plus grande; il faut donc les prévenir en adoptant le système de voie qui résiste le mieux aux efforts faits par les machines soit pour écarter les rails ou pour les renverser, soit pour déplacer la voie.

Machines. — Il faut adopter également le type de machine à truck ou à essieu d'avant mobile qui se marie le mieux avec la voie et dont la puissance vive sera successivement amortie soit par des vibrations, soit par des chocs n'exerçant leur effort de déplacement que sur des traverses artificiellement consolidées par ces trucks ou essieux mobiles (1).

Nous ne parlerons que pour mémoire de la perfection qui doit être apportée dans l'exécution de tous les détails du matériel fixe et du matériel roulant et des dispositions accessoires qui contribuent à leur stabilité, telles que, devers du rail correspondant exactement à l'angle de conicité des roues, surhaussement du rail extérieur des courbes, raccordements paraboliques, suppression du surécartement de la voie, amélioration des méthodes d'entretien de la voie et du matériel roulant, précision dans le montage de tous les organes des locomotives et notamment dans la répartition du poids sur les roues, fixation des bandages et surveillance minutieuse de leurs imperfections, renouvellement du ballast défectueux de manière à obtenir une résistance aussi grande et aussi uniforme que possible, freins continus, appareils de sécurité, etc.

Les dépenses résultant de ces dispositions sont absolument indispensables.

Toutes les Compagnies bien administrées, en France et en Angleterre, les acceptent sans hésitation.

C'est grâce à ces sacrifices que l'on peut admettre sans imprudence une vitesse de marche atteignant 120 et même 130 kilomètres à l'heure (2).

Mais la vitesse qui intéresse le voyageur, ce n'est pas la vitesse maxima que les trains peuvent atteindre exceptionnellement, c'est la *vitesse commerciale;* en d'autres termes, c'est la vitesse moyenne obtenue en divisant l'espace total parcouru par le temps employé depuis l'heure du départ jusqu'à l'heure de l'arrivée, sans déduire le temps des arrêts aux stations intermédiaires, ni les ralentissements prévus en marche.

La vitesse commerciale maxima s'obtient en supprimant les arrêts aux

(1) Voir, dans le volume de l'Association française publié en 1892, pages 213 et suivantes, les communications que nous avons faites à ce sujet.

(2) Le 26 février 1892, des expériences intéressantes ont été faites entre Jersey-City et Philadelphie avec une locomotive compound Baldwin à quatre cylindres; la vitesse s'est élevée à 147 kilomètres à l'heure près de Bound-Brook.

Digitized by Google

stations secondaires et en soutenant, comme vitesse de marche, une vitesse régulière, uniforme et légèrement supérieure à la vitesse moyenne commerciale qu'on veut obtenir. Il faut, en outre, supprimer les arrêts un peu longs pour les repas en admettant dans les trains des wagons-restaurant, des water-closets; de là, nouvelles améliorations, résultant de l'accélération dans la marche des trains.

On n'arrive à ce résultat sans compromettre la sécurité qu'avec des machines très puissantes, des freins continus modérables aussi parfaits que possible et surtout avec un contrôle très sérieux de la vitesse des trains sur tous les points de leur parcours.

Si les résultats que l'on espère obtenir des locomotives électriques se réalisent (1), les vitesses commerciales de 60 kilomètres, 70 kilomètres et 80 kilomètres qu'on obtient aujourd'hui sur les principaux réseaux de France et d'Angleterre (2) ne tarderont pas à s'élever jusqu'à 100 kilomètres à l'heure, ainsi qu'on l'a vu récemment dans une expérience faite entre New-York et Buffalo (3).

(1) Avec l'électricité, le nombre des essieux moteurs pouvant être aussi grand qu'on veut, l'adhérence sera toujours suffisante pour vaincre les résistances et supprimer le patinage. Les bielles d'accouplement des essieux moteurs étant inutiles, la résistance que ces bielles font naître n'existera plus et la machine aura plus de souplesse. La puissance motrice, au lieu de s'exercer alternativement sur deux pistons ajustés à droite et à gauche de la machine, s'appliquera directement sur la tangente de la circonférence des roues motrices et se transmettra directement à la barre d'attelage sans les à-coups, les chocs et les contrepoids qui absorbent dans les locomotives ordinaires une partie de la puissance vive de la vapeur.

(2) Voir les quatre tableaux dressés par M. Banderali en 1889 et donnant une idée de la vitesse des grands trains express sur différents réseaux, en Europe et en Amérique. (*C. R. de l'AFAS*, Congrès de Paris, vol. I, p. 170 et séq.).

(3) Voici les résultats de la marche du train entre New-York et Buffalo :

TABLEAU SYNOPTIQUE DE LA COURSE

NEW-YORK A ALBANY.

Départ de New-York (Grand Central Station).	7 h. 20′ 15″ matin.	soit : 220 kilomètres en 2 h. 19′ 45″.
Arrivée à Albany	9 h. 49′ 58″ —	

Arrêt à Albany. — Changement de machine 3′ 28″.

ALBANY A SYRACUSE.

Départ d'Albany	9 h. 53′ 30″ matin.	soit : 238 kilomètres en 2 h. 26′ 15″.
Arrivée à Syracuse.	12 h. 19′ 45″ après-midi.	

Arrêt à Syracuse. — Changement de machine 2′ 58″.

SYRACUSE A FAIRPORT.

Départ de Syracuse	12 h. 22′ 41″ après-midi.	soit : 112 kilomètres en 1 h. 7′ 49″.
Arrivée à Fairport	1 h. 30′ 30″ —	

Arrêt à Fairport. — Refroidissement des tourillons 7′ 50″.

FAIRPORT A EAST-BUFFALO.

Départ de Fairport.	1 h. 38′ 20″ après-midi.	soit : 121 kilomètres en 1 h. 11′ 55″.
Arrivée à East-Buffalo	2 h. 50′ 15″ —	

TOTAL DE LA COURSE

702 kilomètres 428 en 7 h. 18′ 45″ (y compris trois arrêts).

TEMPS RÉEL DE MARCHE (à l'exclusion des arrêts) :

702 kilomètres 428 en 7 h. 5′ 44″.

Digitized by Google

Exploitation. — Mais ces trains de grande vitesse et de long parcours sans arrêt ne desservent que les grandes villes. Pour que les localités intermédiaires puissent en profiter, il faut que des trains omnibus soient intercalés de manière à arriver aux gares principales quelques minutes avant l'arrivée des trains express. C'est une sujétion pour l'exploitation qui se traduit souvent par des augmentations de dépenses.

Ajoutons que les trains de marchandises doivent, sur les réseaux de premier ordre, voir leur vitesse s'accroître afin qu'ils ne soient pas condamnés à des garages prolongés pour laisser passer les trains rapides; ou bien il faut qu'ils soient tous rejetés, dans la période de la journée où les trains rapides ne circulent pas, afin de réduire les chances d'accident. C'est une mesure qui est adoptée depuis longtemps, en Angleterre, et que les Compagnies françaises bien administrées ont adoptée également.

2° Lignes du deuxième réseau dont la recette par kilomètre varie entre 15.000 francs et 20.000 francs.

Sur les réseaux dont le trafic est compris entre 15.000 et 20.000 francs par kilomètre, les dépenses à faire pour y lancer des trains marchant aux vitesses maxima, qu'il est possible d'atteindre avec le matériel perfectionné, ne paraissent pas justifiées.

Il serait cependant très regrettable de ne pas voir réaliser dans ces contrées tous les progrès compatibles avec la sécurité de la circulation, et nous ne pouvons pas ne pas citer le résultat obtenu par la Compagnie d'Orléans dans les régions accidentées du Cantal où la vitesse de marche de ses trains s'élève à 45, 55 et même 60 kilomètres à l'heure, quoique les déclivités varient de 12 à 30 millimètres par mètre et se combinent avec des courbes de 300 mètres de rayon.

Quelques ingénieurs prétendent même que la vitesse amortit notablement les vibrations des trains, fatigue moins le voyageur et lui procure un bien-être inconnu dans les trains omnibus. Pour réduire la trépidation de la voiture sur laquelle était étendu le président Garfield, lorsqu'il fut blessé mortellement, on imprima au train une vitesse de 80 kilomètres à l'heure, au grand soulagement du patient, qui souffrait cruellement lorsque la vitesse était notablement réduite (1).

(1) Il nous a semblé, et nous croyons que ce sentiment a été partagé par plusieurs ingénieurs, que les machines toujours stables aux petites vitesses, le devenaient relativement moins quand la vitesse dépassait 80 à 90 kilomètres à l'heure et reprenaient de la stabilité aux vitesses supérieures à 110 kilomètres. Nous ne pensons pas que ces effets puissent être attribués à l'état de la voie. Ils ont été confirmés, dans une certaine mesure, par des expériences à l'écoperche. — On a constaté que « l'amplitude des déplacements est toujours restée très limitée, atteignant de 10 à

Digitized by Google

Exploitation. — Un des grands avantages de l'accélération donnée à la vitesse des trains se manifeste dans l'absolue nécessité, pour les Compagnies, de supprimer les arrêts inutiles, de prendre les dispositions les plus ingénieuses pour faire passer rapidement les voitures d'un train à l'autre aux bifurcations et de généraliser, enfin, l'application des freins continus modérables sans lesquels il n'y a pas de sécurité, même pour les trains desservant les régions montagneuses avec des vitesses modérées.

3° Lignes d'intérêt local.

Sur les lignes d'intérêt local où les trains font office d'omnibus ou de tramways, la longueur du parcours étant toujours très réduite, l'accélération de la vitesse présente moins d'intérêt que sur les autres réseaux.

Cependant, si les voies sont établies avec la largeur réduite de 1 mètre et si le matériel roulant est assez flexible pour circuler sur des courbes de très petit rayon, il sera possible de les tracer de manière à faire pénétrer les voitures au cœur des villages et les wagons de marchandises dans la cour même des usines, afin de réduire au minimum le temps nécessaire pour se rendre à la station et pour effectuer le chargement ou le déchargement des trains.

Avec la voie étroite, on pourra, sans augmenter les charges de l'exploitation, remplacer les trains mixtes dont la vitesse commerciale est si lente, dont les arrêts prolongés aux stations impatientent les voyageurs et qui exigent pour le service des marchandises des manœuvres coûteuses et compliquées :

1° Par des trains de voyageurs marchant avec la vitesse maxima compatible avec le tracé de la ligne et ne perdant dans les gares que le temps nécessaire pour permettre aux voyageurs de monter ou de descendre ;

2° Par des trains de marchandises pouvant faire sur les voies de garage toutes les manœuvres utiles pour effectuer le chargement et le déchargement des colis dans les meilleures conditions possibles.

Nous pourrions citer des lignes à voie large qui ne sont desservies que par des trains mixtes dont la vitesse commerciale est inférieure à la vitesse commerciale des trains de voyageurs circulant sur les lignes à voie étroite de 1 mètre (1).

20 millimètres quand les roues tournaient avec une vitesse correspondant à une vitesse de marche de 60 à 65 kilomètres à l'heure; au delà, l'amplitude des mouvements, au moins dans le sens longitudinal, diminuait rapidement ». (*Observations sur les trains à marche rapide*, par Worms de Romilly, 1891, p. 10 et 11.)

Quand une machine avance lentement, les ressorts subissent toutes les dénivellations des rails ; la machine elle-même est influencée par toutes les déformations de la voie; quand, au contraire, la vitesse est considérable, la machine possède une force vive énorme et les ressorts peuvent ne pas avoir le temps de se détendre dans la traversée d'un point bas du rail.

(1) Voir le mémoire publié par M. Jules Martin, le 1er mars 1875, sur les chemins de fer à voie étroite.

Digitized by Google

Avantages économiques indirects. — Si nous ne craignions pas de nous écarter beaucoup trop du sujet à traiter, nous ferions remarquer que l'accélération de la vitesse des trains aura pour résultat de hâter la suppression des octrois, en faisant mieux sentir ses inconvénients, et de provoquer la création d'industries qui ne peuvent prospérer avec la lenteur imprimée à la circulation de nos trains de marchandises.

Mais c'est au sein de la 15e Section du Congrès qu'il conviendrait de traiter la question des chemins de fer au point de vue de la science économique.

APPENDICE

Aux nombres compris dans les tableaux auxquels nous avons renvoyé (*C. R.* de *l'AFAS*, 1889, 1e partie, p. 170), il n'est pas sans intérêt de joindre les résultats d'expériences plus récentes.

Les 5, 6 et 7 avril 1892, la Compagnie de l'Est a fait des expériences avec les locomotives nouvelles construites pour les grandes vitesses. Voici les résultats obtenus entre Lagny et Châlons sur une longueur de 144 kil. 8. Les trains d'aller ont été désignés par les lettres EX, les trains de retour par les lettres EY.

DÉSIGNATION DES TRAINS	CHARGE				VITESSE	
	NOMBRE de voitures	POIDS	POIDS de la locomotive et du tender	POIDS TOTAL du train	MOYENNE de la marche	COMMERCIALE
		tonnes	tonnes	tonnes	kilom.	kilom.
1er Train EX du 6 avril 1892.	19	205 23	97 9	303 13	84 66	77 76
2e — EX du 5 —	13	137 85	97 9	235 75	90 74	90 »
3e — EX du 7 —	10	106 82	97 9	204 72	91 61	91 44
4e — EY du 6 —	19	205 23	97 9	303 13	85 96	80 28
5e — EY du 5 —	13	137 85	97 9	235 75	93 42	90 »
6e — EY du 7 —	10	106 82	97 9	204 72	96 16	92 16

PRÉAMBULE DU COURS DE CHEMINS DE FER PROFESSÉ PAR M. JULES MARTIN EN 1886-1887

Si le chemin de fer est pour les travaux de la paix une des inventions les plus fécondes, il est aussi, pour les hommes de guerre, une des armes les plus puissantes; et, le dirai-je, une des armes les plus difficiles à manier, parce qu'elle est à double tranchant.

Entre des mains habiles et expérimentées, elle peut rendre les plus grands services ; mais Dieu nous préserve des présomptueux et des incapables.

L'année dernière, j'ai eu occasion de parcourir une partie de l'Allemagne du

Digitized by Google

Nord et j'ai été vivement impressionné en voyant les efforts faits par nos voisins pour compléter leur outillage et surtout pour exciter dans leur personnel, à tous les degrés de la hiérarchie, une espèce d'entraînement moral qui fait que chacun est toujours prêt à marcher, toujours sur le qui-vive.

Je crois accomplir un devoir aujourd'hui en appelant votre attention la plus sérieuse sur le rôle important que les ingénieurs chargés de l'exploitation des chemins de fer auront à remplir dans un avenir plus ou moins éloigné.

M. de Bismarck disait dernièrement à la tribune, dans un moment d'impatience : « Depuis 1870, il n'y a qu'un Ministère qui fait quelque chose en Allemagne, c'est le Ministère de la Guerre. »

Il eût été plus juste de dire qu'en Allemagne les efforts de tous les Ministères n'ont eu qu'une préoccupation, qu'un but, c'est de faciliter la tâche du Ministère de la Guerre.

Ayons tous, jeunes et vieux, la même préoccupation.

Travaillons, travaillons sans cesse, en pensant aux grands devoirs que les Ingénieurs des chemins de fer auront à remplir lorsqu'on nous attaquera.

Que tous nos travaux, que toutes nos études n'aient qu'un objectif : la défense et la grandeur de la patrie.

M. le Dr André BROCA

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Paris.

SUR LA COURBURE DE LA SURFACE FOCALE DANS LES SYSTÈMES CENTRÉS

— Séance du 10 août 1894 —

Tous ceux qui se sont occupés de photographie ou de microscopie savent combien il est rare d'avoir un objectif dont le point soit le même au centre ou au bord de l'image. Même quand l'homocentricité des rayons est convenablement assurée, quand l'objectif ne présente plus d'astigmatisme, les objectifs ont tous plus ou moins un défaut fort gênant dans la pratique et qui consiste en ce que l'image du plan que l'on observe est, non pas un plan, mais une surface à courbure notable.

Quand on se place dans le cas général où l'homocentricité du faisceau total issu d'un point n'est qu'approximative, la forme de la surface focale n'est point aisée à définir. Les faisceaux lumineux sont assujettis, dans ce cas seulement, à rencontrer les deux droites de Sturm, et le point qui correspond au maximum de netteté dépend essentiellement de la position du diaphragme.

Digitized by Google

Si, au contraire, on peut réaliser un système dans lequel l'homocentricité des faisceaux soit assurée au moins à un infiniment petit supérieur près, la définition de la surface focale ne présente plus de difficulté.

J'ai montré dans un précédent travail (*Journal de Physique*, 1892) la possibilité de réaliser des systèmes centrés jouissant de points aplanétiques, au quatrième ordre près, sur l'axe du système. Ces points sont d'ailleurs des points où l'aberration change de signe.

Il est aisé de voir que ces points font partie d'une surface pour laquelle les droites de Sturm sont confondues. Cette surface est symétrique par rapport à l'axe, son équation est algébrique, et elle coupe l'axe en un point simple. Elle est donc forcément normale à l'axe. Donc, pour tous les points infiniment voisins de l'axe et du plan normal à l'axe du système centré, si le point sur l'axe est aplanétique, l'astigmatisme sera infiniment petit, et nous pourrons considérer l'homocentricité comme réalisée. Or, par raison de symétrie, l'image d'un plan est forcément normale à l'axe; nous pourrons donc considérer l'homocentricité comme satisfaite pour toute cette image. Nous serons dans le cas où il est permis d'affirmer l'existence d'une véritable surface focale indépendante du diaphragme, susceptible par conséquent d'une définition exacte et de propriétés simples.

Je vais chercher à établir dans ce cas la relation qui relie les indices et les rayons de courbure pour que le rayon de courbure de cette surface focale avec le plan normal à l'axe soit infini, ce qui, en vertu de la symétrie obligée, impliquera un contact du troisième ordre, et par conséquent une planéité pratiquement absolue. Je prendrai toujours comme origines des segments les centres des dioptres, et comme direction positive le sens inverse de la propagation de la lumière. Un dioptre sera donc entièrement défini par son rayon de courbure affecté de son signe, et les valeurs des indices qu'il sépare. Je vais d'abord, pour simplifier l'exposé qui suit, poser une définition.

J'appelle transformée optique relativement à un dioptre d'une surface lumineuse le lieu des points de rebroussement des caustiques relatives à chacun des points de cette surface.

Je considérerai ensuite le lieu de ces points de rebroussement comme une nouvelle surface lumineuse émettant des faisceaux homocentriques; ceux-ci donneront une nouvelle transformée optique, que j'appelle transformée optique de la première surface relative à deux dioptres.

Ceci est évidemment susceptible de généralisation et on conçoit immédiatement ce que c'est que la transformée optique d'une surface relative à un système centré quelconque.

Le théorème qui suit va nous permettre de faire usage de ces transformées optiques.

Digitized by Google

THÉORÈME I. — *Deux rayons infiniment voisins et parallèles sont réfractés par un dioptre suivant deux rayons formant entre eux un angle du même ordre que la distance des rayons incidents.*

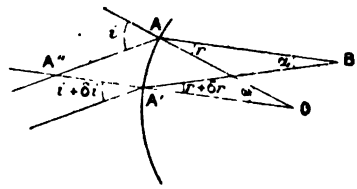


FIG. 1.

En effet, soient *(fig. 1)* A et A′ les points où ils rencontrent le dioptre, de centre O et d'indice n; i et $i + \delta i$, r et $r + \delta r$ les angles d'incidence et de réfraction; α l'angle des deux réfractés.

L'angle $ABA' = \alpha = 180^\circ - (90^\circ + r) - (90^\circ - r - \delta r) = \delta r$

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \quad \frac{\sin i + \delta i \cos i}{\sin r + \delta r \cos r} = n \quad \frac{\sin i}{\sin r} + \delta i \frac{\cos i}{\sin r} - \frac{\delta r \cos r \sin i}{\sin^2 r} = n$$

d'où $\delta r = \delta i \cdot \frac{\cos i \sin r}{\sin i \cos r}$; or dans AOA″ $i = \omega + i + \delta i$, donc $\omega = -\delta i = \frac{AA'}{r}$. Or, AA′ est de l'ordre de la distance des deux rayons incidents, ce qui démontre la proposition.

Corollaire I. — Tout faisceau aberrant présentant une enveloppe à point de rebroussement sera transformé par une nouvelle réfraction en un nouveau faisceau dont toutes les droites passeront à distance infiniment petite du quatrième ordre du point de rebroussement de la caustique relative au premier point de rebroussement considéré comme point lumineux, et les rayons qui le composent seront infiniment voisins des rayons qui composent ce nouveau faisceau auxiliaire.

Corollaire II. — Cette transformation pouvant s'opérer de proche en proche, tout faisceau aberrant aura des rayons infiniment voisins de ceux du faisceau aberrant qu'on obtiendrait en considérant successivement comme des points lumineux les points de rebroussement des caustiques successives obtenues avec chaque dioptre du système, et passeront à distance infiniment petite du quatrième ordre du dernier de ces points de rebroussement.

Si donc nous cherchions ce qui se passe pour les conjugués des points d'un plan dont le pied sur l'axe est un point aplanétique, l'homocentricité sera conservée, et le point de concours des rayons sera infiniment voisin du quatrième ordre du point de rebroussement de la dernière caustique considérée.

La surface focale, pour ces points, aura donc même rayon de courbure que la transformée optique du plan considéré relative au système centré total.

Digitized by Google

Nous n'avons donc plus qu'à chercher la condition pour que la transformée optique d'un plan relativement à un système centré quelconque ait un rayon de courbure infini. Si nous assujettissons ensuite le système centré à posséder au point considéré un point aplanétique, le problème sera résolu dans ce cas particulier.

Étudions donc les propriétés de la transformation optique.

THÉORÈME II. — *Dans la transformation optique l'ordre des contacts est conservé.*

En effet, soient *(fig. 2)* un dioptre de centre O et de rayon γ et deux courbes [A] et [A']. Je mène l'axe OAA', soit ρ le vecteur de A et n l'indice du dioptre. Le vecteur ρ_1 de A_1, image de A, sera donné par la formule :

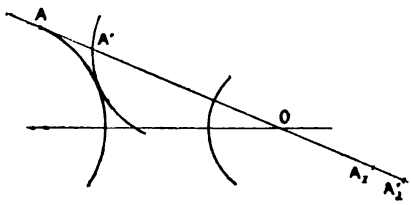


FIG. 2

$$\rho_1 = \frac{\rho\gamma}{n\gamma - (n-1)\rho}.$$

Si ρ devient $\rho + d\rho$ en passant de A en A_1, nous avons pour $d\rho_1$ distance de $A_1A'_1$ la formule :

$$d\rho_1 = \frac{n\gamma^2}{[n\gamma - (n-1)\rho]^2}\, d\rho$$

qui montre que le théorème est exact tant que les deux courbes sont à distance finie.

Corollaire. — Dans la recherche du rayon de courbure d'une transformée optique on pourra donc toujours remplacer la surface lumineuse par sa sphère osculatrice, c'est-à-dire que tout le problème proposé se réduit au calcul du rayon de courbure de la transformée optique d'une sphère relative à un dioptre.

Menons donc un plan passant par l'axe, et cherchons la formule qui donne le rayon de courbure au sommet de la transformée optique d'un cercle à travers un dioptre.

Nous allons traiter le problème en coordonnées polaires, l'axe étant celui du système et le pôle étant le centre du dioptre. Les rayons de courbure, ainsi que tous les segments sont comptés positivement en sens inverse de la propagation de la lumière.

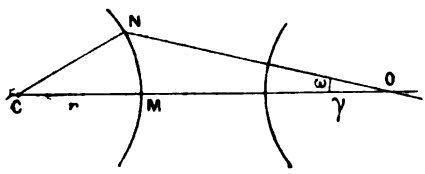


FIG. 3.

Soit *(fig. 3)* C le centre du cercle à transformer, O celui du dioptre, ρ_0 le segment OM, N un point du cercle.

Digitized by Google

Nous avons pour déterminer le point N l'équation :

$$f = \rho^2 + \rho_0^2 - 2\rho_0 r - 2\rho(\rho_0 - r)\cos\omega = 0 \qquad (1)$$

car, par la convention des signes $OC = \rho_0 - r$.

Ceci détermine le ρ du point N en fonction de ω. Le point de rebroussement de la caustique de N est déterminé par le même angle ω que N, et son ρ_1 est donné par l'équation :

$$\rho_1 = \frac{\rho\gamma}{n\gamma - (n-1)\rho}. \qquad (2)$$

L'ensemble des équations (1) et (2) détermine la surface dont il faut chercher le rayon de courbure pour $\omega = 0$.

Soit ε l'angle de contingence, R le rayon de courbure, et ρ et $d\omega$ les coordonnées de A. Nous avons $R\varepsilon = \rho d\omega$ en exprimant de deux manières la longueur AB. Si φ est l'angle de la tangente et du rayon vecteur :

$$\operatorname{tg}\varphi = \rho_1 \frac{d\omega}{d\rho_1} \qquad (3)$$

$$d\varphi = \frac{d\operatorname{tg}\varphi}{1 + \operatorname{tg}^2\varphi} \qquad (4)$$

d'ailleurs $\varepsilon = d\varphi + d\omega$, car il est aisé de voir que $\psi = -d\varphi$, car CAB $= 90^0$, et que quand A est confondu avec B$\varphi = 90^0$ dans la première figure, $\varepsilon = -(d\varphi + d\omega)$ dans la seconde. Or, $\rho d\omega$ d'après les conventions

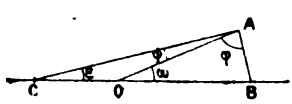


FIG. 4.

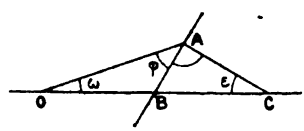


FIG. 5.

faites, est toujours de même signe, donc R donné par la formule changera de signe avec ε, ce qui montre que la valeur ainsi calculée de R sera très commodément utilisable; l'origine de R sera le centre de courbure de la transformée.

Nous avons à calculer $d\operatorname{tg}\varphi$ par (3) pour $\omega = 0$, et à prendre le rapport de $d\operatorname{tg}\varphi$ à $1 + \operatorname{tg}^2\varphi$ pour la même valeur de ω. Or, $\operatorname{tg}\varphi$ devient infini pour $\omega = 0$; nous n'aurons donc à prendre pour facteurs de $d\omega$ que les termes qui deviendront infinis pour $\omega = 0$, les autres disparaîtront dans le quotient (4).

$$\frac{d\omega}{d\rho_1} = -\frac{\dfrac{df}{d\rho}}{\dfrac{df}{d\omega}} \cdot \frac{d\rho}{d\rho_1} = -\frac{\rho - (\rho_0 - r)\cos\omega}{\rho(\rho_0 - r)\sin\omega} \cdot \frac{n\gamma^2}{(\gamma + (n-1)\rho_1)^2}$$

Digitized by Google

donc, pour $\omega = 0$ ceci a pour valeur principale :

$$\frac{d\omega}{d\rho_1} = \frac{-r\gamma}{\rho_1\big((n\rho_1 - r)\gamma - (n-1)r\rho_1\big)\omega} = \frac{A}{\omega\rho_1}$$

et alors $\operatorname{tg}\varphi = \frac{A}{\omega}$ d'où $d\operatorname{tg}\varphi = -\frac{A}{\omega_2}d\omega + \frac{1}{\omega}\cdot\frac{dA}{d\omega}d\omega$. Or, A est fonction de ρ_1 et $\left(\frac{d\rho_1}{d\omega}\right)_0 = 0$; donc la valeur principale de $d\operatorname{tg}\varphi$ est $-\frac{A}{\omega^2}d\omega$

$\operatorname{tg}^2\varphi = \frac{A^2}{\omega^2}$, d'où $d\varphi = -\frac{d\omega}{A}$ à la limite.

Alors $\varepsilon = d\omega\left[1 + \frac{(n\rho_1 - r)\gamma - (n-1)r\rho_1}{r\gamma}\right] = d\omega\,\frac{\rho_1[n\gamma - (n-1)r]}{r\gamma}$

d'où je tire par :

$$R\varepsilon = \rho_1\,d\omega \quad R = \frac{r\gamma}{n\gamma - (n-1)r} \quad \text{ou} \quad \frac{1}{R} = \frac{n}{r} - \frac{n-1}{\gamma}.$$

Ce qui établit cette curieuse propriété, que le rayon de courbure au sommet d'une transformée optique d'une surface, ne dépend que du rayon de courbure en son sommet de la surface, et aucunement de sa position sur l'axe du système. La formule est d'ailleurs symétrique et est réversible, ce qu'il fallait prévoir.

Dans le cas particulier d'une série de lentilles de même indice, la condition de planéité de l'image d'un plan peut se mettre sous une forme frappante.

Les formules successives sont alors :

$$\frac{1}{R_1} = \quad + \frac{n-1}{\gamma_1}$$

$$\frac{n}{R_2} = \frac{1}{R_1} + \frac{n+1}{\gamma_2}$$

$$\frac{1}{R_3} = \frac{n}{R_2} - \frac{n-1}{\gamma_3}$$

$$\frac{n}{R_4} = \frac{1}{R_3} + \frac{n-1}{\gamma_5}$$

$$\begin{matrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \end{matrix}$$

$$\frac{1}{R_{2p}} = \frac{n-1}{n}\left[\left(\frac{1}{\gamma_2} - \frac{1}{\gamma_1}\right) + \left(\frac{1}{\gamma_4} - \frac{1}{\gamma_3}\right) + \ldots + \left(\frac{1}{\gamma_{2p}} - \frac{1}{\gamma_{2p-1}}\right)\right]$$

Digitized by Google

Pour que ce rayon de courbure soit infini, il faut que le second nombre soit nul, ce qui a lieu si la puissance totale du système supposé comprimé jusqu'à une minceur infinie est nulle.

J'ai vérifié ce résultat par l'expérience au moyen d'un essai d'objectif photographique dont M. Baille a bien voulu faire gracieusement la construction dans ses ateliers. Je lui en exprime ici toute ma reconnaissance. Cet objectif n'a pas donné de résultats pratiques pour plusieurs raisons, que je n'exposerai pas ici pour ne pas développer encore ce travail déjà trop long; mais il a entièrement vérifié tous les résultats énoncés relativement : à l'existence 1° de points aplanétiques au quatrième ordre près; 2° de l'absence d'astigmatisme sur les bords; 3° de la planéité de la surface focale quand les rayons de courbure satisfont à la condition précédente.

M. DEMERLIAC

Professeur au Lycée Malherbe, Professeur suppléant à l'École de Médecine et de Pharmacie de Caen.

CHALEURS SPÉCIFIQUES ET DE FUSION DE LA BENZINE C^6H^6

— Séance du 10 août 1891 —

Ayant entrepris des recherches précises sur la variation de la température de fusion des corps avec la pression, j'ai dû me préoccuper de connaître : 1° la température de fusion sous la pression normale; 2° la chaleur de fusion dans les mêmes conditions.

Parmi les corps étudiés dans une première série d'expériences, j'ai pris la benzine qui présente les avantages suivants :

1° Température de fusion voisine de la température ordinaire;

2° Variation de volume considérable pendant le changement d'état.

Mais les valeurs indiquées pour les constantes physiques de ce corps sont très différentes. Ainsi :

1° Kopp donne les résultats suivants :

$$V_t = 1 + 0{,}00117t + 0{,}000001277t^2 + 0{,}00000000806t^3.$$

Chaleur spécifique moyenne entre 19 et 46 degrés : 0,450.

Digitized by Google

2° M. Louguinine donne d'autre part (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XI) :

$$V_t = 1 + 0{,}00116t + 0{,}000002226t^2$$
$$d = 0{,}8995 - 0{,}001047t - 0{,}000000497t^2.$$

3° Densité de la benzine (Adrienz) 1873, à 0 degré : 0,90023.

4° Densité de la benzine (Pizati) (1) à 0 degré : 0,899487.

5° Chaleur spécifique moyenne entre + 20° et + 70° (Regnault) (2) : 0,43602.

6° Chaleur spécifique vraie à t° (Limite des déterminations + 3°,3 et + 19°) Winkelmann : $K_t = 0{,}5244 + 0{,}00022t$.

7° Enfin, la chaleur de fusion moléculaire (78 grammes) donnée par les tableaux de l'*Agenda du chimiste*, est : — 2c,27.

Quant à la température de fusion sous la pression normale elle varie entre + 4°,45 et + 6°.

L'examen de ces résultats me forçait à entreprendre une série d'expériences de contrôle.

J'ai dû d'abord chercher à obtenir un produit chimiquement *pur*.

Mes premières recherches ont porté sur de la benzine pure du commerce provenant du goudron. J'ai, après plusieurs cristallisations et rectifications, obtenu un corps absolument exempt de thiophène, fondant à + 4°,9 et bouillant à 80°,5.

Les recherches calorimétriques n'ont donné aucun résultat concordant.

J'ai alors eu recours à la benzine pure obtenue par distillation du benzoate de calcium avec de la chaux ; mes premières recherches sur ce corps, doué d'une odeur douce très distincte de celle de la benzine du goudron, parfaitement cristallisable, ne m'ont pas encore donné de résultats suffisamment concordants. En effet, la température de fusion obtenue par les procédés de M. Gernez était d'abord de + 4°,66.

En faisant cristalliser partiellement, égouttant les cristaux et exprimant l'excès de liquide, j'obtenais un deuxième échantillon qui fondait à + 4°,78; tandis que les cristaux fournis par la partie restée liquide fondaient à la température un peu inférieure, 4°,6.

J'en devais conclure que l'impureté s'accumulait dans la partie restée liquide; l'examen m'a démontré que cette impureté était de l'eau. Cela n'a rien de surprenant, car on sait que la benzine est un peu soluble dans ce liquide et que, d'ailleurs, la distillation ayant lieu à 80 degrés, un peu de vapeur d'eau peut passer malgré la rectification au tube à boules de Lebel.

J'ai pu me débarrasser de l'eau en faisant digérer avec du sodium, et

(1) Pizati, *Gazette chimique italienne*, 1873, p. 551.
(2) Regnault, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1853, t. XXXVI, p. 676.

Digitized by Google

en soumettant le produit rectifié de nouveau à plusieurs cristallisations fractionnées. J'ai d'ailleurs fait cristalliser assez de fois pour que la température déterminée soit absolument invariable.

J'ai trouvé avec cet échantillon que je crois être chimiquement pur :

Température de fusion	$+ 5^{\circ},38$	sous la pression de
— d'ébullition	$+ 79^{\circ},9$	760^{mm}.

Les températures ont été déterminées : la première, avec un thermomètre Baudin au $\frac{1}{50}$, récemment vérifié ; la deuxième, avec un thermomètre Baudin au $\frac{1}{5}$, également vérifié.

Densité. — Le poids spécifique a été déterminé de deux manières : 1° au moyen du flacon de Regnault ; 2° au moyen d'une enveloppe thermométrique calibrée, jaugée et graduée. Les déterminations ont été faites à plusieurs températures, ce qui a permis de construire une courbe et de trouver une formule empirique.

Résultats. — 1° Avec le flacon spécifique à 0 degré. . . . 0,89971
2° Avec l'enveloppe thermométrique. 0,89979

(Moyenne) : 0,89975.

Entre 0 et 20 degrés la formule empirique suivante donne les valeurs du poids spécifique à chaque température :

$$(1) \qquad d_t = 0,89975 - 0,001056t.$$

Entre ces limites rapprochées, la formule à deux termes se montre suffisante.

Coefficient de dilatation. — L'enveloppe thermométrique précédente a été employée à cette détermination. Les valeurs trouvées pour le coefficient moyen entre $+ 5^{\circ},55 + 13^{\circ},3$ et $+ 19^{\circ},15$ permettent de calculer la formule suivante à deux termes suffisante entre 0 et 20 degrés :

$$(2) \qquad \frac{dv}{dt} = 0,001162 + 0,00000141 \times 2t.$$

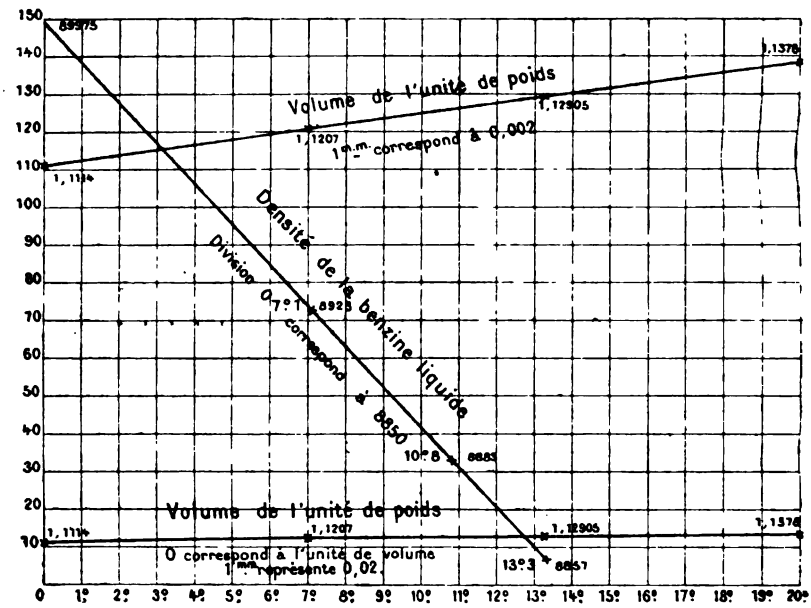
Cette formule est vérifiée par les valeurs trouvées expérimentalement pour le poids spécifique de la benzine entre les mêmes limites de température.

Volume de l'unité de poids. — Les formules (1) et (2) permettent de calculer à chaque température la valeur du volume de l'unité de poids de benzine liquide.

Digitized by Google

La courbe représente la variation de cette quantité. Elle est entre 0 et 20 degrés sensiblement rectiligne.

Chaleur spécifique de la benzine liquide. — J'ai opéré avec un calorimètre de Berthelot de la contenance de 600 centimètres cubes. Il renfermait dans toutes mes expériences 500 centimètres cubes d'eau pure. L'agitateur était mû d'une façon régulière par un moteur électrique de Froment. La lecture du thermomètre (Baudin, n° 6.872 au $\frac{1}{50}$) était faite à l'aide d'un viseur, ce qui permettait d'apprécier aisément le $\frac{1}{100}$ et même le $\frac{1}{200}$ de degré.



La benzine était contenue dans un tube de verre de 50 centimètres cubes environ de capacité.

Des expériences préalables avaient permis de déterminer la valeur en eau de ce tube, et celle du calorimètre pourvu de ses accessoires.

La température de la benzine avant son entrée dans le calorimètre était déterminée avec le plus grand soin. Pour cela, un thermomètre plongeait directement dans le tube à benzine et permettait d'apprécier le $\frac{1}{10}$ de degré, un deuxième thermomètre était placé contre le tube dans l'enceinte close où se faisait l'échauffement ou le refroidissement de la benzine; enfin, un troisième thermomètre était plongé dans l'eau froide ou chaude qui entourait l'enceinte. Ces deux derniers instruments étaient au $\frac{1}{5}$; l'un d'eux, construit par Baudin, avait servi au contrôle des deux autres.

L'eau de l'étuve était maintenue à température sensiblement constante, et continuellement agitée. On prenait pour température initiale celle com-

Digitized by Google

mune qu'indiquaient les trois thermomètres au même moment. Le thermomètre intérieur était retiré, le tube bouché hermétiquement et plongé dans le calorimètre.

Les corrections de refroidissement étaient faites par la méthode de M. Berthelot, elles étaient d'ailleurs très peu importantes, car je me suis attaché à diviser l'expérience en périodes dont les durées étaient telles qu'il y ait en partie compensation. Des expériences préliminaires permettaient de connaître la température initiale du calorimètre à choisir pour que la correction soit minimum.

Le poids de la benzine en expérience était déterminé après la sortie du calorimètre; la fermeture étant suffisante pour éviter toute perte par évaporation.

Résultats. — Moyenne de plusieurs expériences entre 5 et 16 degrés : 0,4242.

Moyenne de plusieurs expériences entre 12 et 29 degrés : 0,4297.

Ces nombres permettent de calculer la formule empirique suivante :

$$C \text{ vraie à } t = 0{,}4209 + 0{,}0002997 \times 2t,$$

dans laquelle t = Temp. centigrade — 5°.

Cette formule a été vérifiée et se montre suffisante entre + 5° et + 30°.

Chaleur de fusion. — Les opérations ont été faites avec le même calorimètre, le même tube et en s'entourant des mêmes précautions pour avoir les températures initiales et finales et les corrections de refroidissement. La benzine était congelée à — 4° ou — 5° environ, puis on la laissait lentement revenir à une température un peu inférieure à 0 degré, c'est-à-dire jusqu'au moment où les thermomètres disposés comme précédemment soient parfaitement d'accord.

Plusieurs séries d'expériences ont été faites pour obtenir des systèmes d'équations à deux inconnues, permettant le calcul simultané de la chaleur spécifique à l'état solide et de la chaleur de fusion.

Résultats. — Moyenne de plusieurs expériences entre — 1° et + 5°.

Chaleur spécifique à l'état solide : 0,3448.

Chaleur de fusion : $29^c,95$.

D'où l'on peut tirer :

Chaleur de fusion moléculaire : — 2,336.

Ce travail a été fait aux laboratoires de la Faculté des Sciences de Caen. Je prie MM. Neyreneuf et Louïse de bien vouloir agréer mes plus vifs remerciements pour leurs bienveillants conseils et l'assistance qu'ils m'ont prêtée en mettant à ma disposition les appareils qui m'étaient nécessaires.

Digitized by Google

M. Aug. LE ROY

Horloger, Conservateur de l'Observatoire de la Chambre de Commerce de Caen.

SUR UNE PENDULE DE TEMPS MOYEN ET DE TEMPS SIDÉRAL

— Séance du 11 août 1894 —

La Chambre de Commerce de Caen, préoccupée à bon droit de donner toutes les facilités désirables aux capitaines de navires qui fréquentent le port, prit, en 1875, une délibération par laquelle elle décidait l'établissement d'une lunette méridienne permettant de donner avec précision des bulletins de marche aux chronomètres de marine.

Une Commission spéciale fut nommée à cet effet pour le choix de l'instrument, celui de l'emplacement, la construction du bâtiment qui devait l'abriter, et notre Observatoire fut établi la même année au Jardin botanique. La lunette méridienne qu'il renferme, sortie des ateliers de MM. Brunner frères, fut installée par M. André, actuellement directeur de l'Observatoire de Lyon, qui revenait alors de Nouméa où il avait été chargé d'observer le passage de Vénus sur le Soleil. L'inauguration devait être faite par M. Delaunay, directeur de l'Observatoire de Paris, qui avait bien voulu donner à la Commission les conseils les plus bienveillants; mais il périt en rade de Cherbourg au moment où il s'apprêtait à venir à Caen.

Ce fut dans une soirée passée au Jardin botanique, en attendant le passage de quelques étoiles au méridien, que je conçus la pensée de conduire par une horloge quelconque un planisphère céleste selon le mouvement sidéral; il me sembla intéressant qu'un mécanisme d'horlogerie pût faire tourner à la fois, avec leurs vitesses propres, ce planisphère et les aiguilles indiquant l'heure en temps moyen.

Je calculai alors les éléments d'un rouage qui, partant de l'axe des aiguilles d'un cadran ordinaire, devait conduire l'axe du planisphère céleste, et lui faire opérer sa révolution en 23 h. $56^{m}04^{s}$.

Les nombres des rouages étant trouvés, et la projection stéréographique polaire adoptée pour la latitude de 49 degrés, je dessinai une carte des étoiles de 196 millimètres de diamètre, dimension en rapport avec celle de la cage du régulateur à glaces que j'avais choisi pour l'exécution de

Digitized by Google

mon instrument. Il ne restait plus qu'à déterminer la courbe qui devait représenter l'horizon.

Cette courbe, dont la forme approche d'une ellipse, a été tracée par points, c'est-à-dire qu'elle passe de 5 degrés en 5 degrés par l'extrémité de chacune des distances polaires, dont la longueur a été calculée avec une extrême obligeance, d'après les données de la trigonométrie sphérique, par M. l'abbé Lebreton, directeur de la Station météorologique de Sainte-Honorine-du-Fay. Le grand axe de l'ouverture elliptique a 149 millimètres, le petit axe 134 millimètres, et le cercle de perpétuelle apparition a 72 millimètres de diamètre.

Chacun des angles horaires de 15 degrés passe au méridien en une heure sidérale, soit 4 minutes par degré; mais, à cause de l'accélération apparente des étoiles sur le temps moyen, due au mouvement diurne de la terre, chacune d'elles se présente au méridien $3^{m}56^{s}$ plus tôt que le jour précédent; il résulte de ces accélérations successives, qu'après une année d'intervalle, les étoiles se présentent de nouveau au même point du ciel par l'effet du mouvement annuel.

Le zénith se trouve placé au centre de la partie visible du planisphère, de même qu'au-dessus de nos têtes il est au milieu du ciel ; la rotation de la carte se fait autour du pôle, l'émersion et l'immersion des astres, leur passage au méridien se produisent de la même manière et au même moment dans le ciel que sur le planisphère.

On a donc devant les yeux un tableau permanent du ciel étoilé visible sous notre latitude, tel qu'il est en réalité, à tout instant du jour et de la nuit, et cette carte mobile des étoiles se meut selon le temps sidéral, c'est-à-dire qu'après une année elle aura fait un tour de plus que l'horloge conductrice qui est réglée sur le temps moyen.

MM. Flammarion, Vinot, Fouché, Léon Fenet ont édité des cartes pouvant donner l'aspect du ciel à une heure et une date quelconque de l'année; mais il faut opérer quelques calculs d'après les données de la Connaissance des temps, amener ensuite avec la main la carte sur l'heure et la date indiquées et cela pour chaque observation. Personne, je crois, n'avait songé à faire tourner ces cartes mécaniquement, et n'avait encore résolu le problème de faire indiquer par un seul rouage le temps moyen et le temps sidéral.

A cette première application d'un principe nouveau, on peut en ajouter deux autres destinées à l'enseignement. L'une consisterait en un tableau mural composé d'un planisphère céleste qui serait entraîné par des roues communiquant avec un cadran ordinaire. On pourrait faire tourner au doigt, ou avec un bouton, les aiguilles de ce cadran et l'on aurait ainsi l'aspect du ciel à toute heure voulue.

L'autre servirait pour la démonstration de la différence qui existe entre

Digitized by Google

le temps moyen et le temps sidéral. Il suffirait de remplacer le planisphère par un cadran fixe sur lequel l'heure sidérale serait indiquée par des aiguilles; on pourrait actionner l'un des cadrans, le second indiquerait la conversion du temps sidéral en temps moyen, et réciproquement.

M. PESCHARD

Docteur en droit, à Caen.

LES ORGUES ÉLECTRIQUES

— Séance du 11 août 1894 —

Vers 1860, M. Peschard commença, en collaboration avec le célèbre organier Barker, des études approfondies sur l'orgue électrique. En 1863, la ville de Paris décida que l'orgue de la nouvelle église Saint-Augustin serait construit dans le système électro-pneumatique et une Commission fut nommée par le préfet de la Seine pour surveiller les travaux qui furent confiés à Barker. Cette Commission était composée de MM. Dumas, Baltard, Ambroise Thomas, Batiste, du Moncel, Lissajous, Seguier.

L'orgue de Saint-Augustin fut inauguré en 1868; déjà, deux autres grands instruments dans le même système étaient terminés. En 1870, les événements arrêtèrent cette industrie et Barker se retira en Angleterre, où il mourut en 1879.

Nos premières applications en France furent, dans le cours des années suivantes, très étudiées et commentées; on s'explique ainsi les nouvelles applications faites notamment à New-York en 1876. A cette occasion, du Moncel revendiqua pour notre pays l'initiative de l'orgue électrique. Depuis lors, l'orgue électrique a sans cesse progressé et aujourd'hui le système est appliqué en France par plusieurs organiers tels que MM. Debierre, Merklin, etc. Au Canada, MM. Casavant, à eux seuls, ont construit, depuis trois ans seulement, six grands instruments dans ce système, notamment les orgues monumentales de la cathédrale d'Ottawa et de la cathédrale de Montréal.

M. Peschard entre ensuite dans les détails techniques; il décrit le jeu d'une soupape dans la laye d'un orgue à traction mécanique, et fait comprendre la nécessité du levier pneumatique. Cet ingénieux moteur consiste en un soufflet piston se gonflant et se dégonflant au moyen de

Digitized by Google

deux petites soupapes ou disques que fait agir le doigt de l'artiste, et sert ainsi d'intermédiaire à chaque note entre la touche du clavier et la soupape correspondante dont la grande résistance se trouve ainsi vaincue.

Dans les orgues électriques d'aujourd'hui, ce moteur primitif est profondément transformé ; il consiste alors en un soufflet placé à l'intérieur de la laye et fonctionnant avec une seule petite soupape à double effet, servant à la fois pour l'introduction et la décharge. Cet appareil à levier intérieur, breveté par M. Peschard en 1864, est aujourd'hui appliqué avec plus ou moins de perfectionnements par les organiers de tous les pays. Certains constructeurs appliquent ce moteur seul, d'autres disposent deux moteurs successifs et même trois lorsqu'il s'agit du tirage des registres.

La théorie des accouplements des claviers entraînerait ici des développements trop étendus.

M. Peschard, qui a publié des brochures et de nombreux articles sur le sujet, fait remarquer que le prix élevé d'un orgue, qui varie de 20.000 à 60.000 francs et, d'un autre côté, l'inexpérience des constructeurs sont les deux causes qui expliquent à la fois les attaques passionnées contre les orgues électriques et la lenteur que l'on constate dans le développement de cette industrie.

Malgré un antagonisme qui se manifeste sous toutes les formes, cette application se développe de plus en plus. Elle reste française par droit de naissance puisqu'elle prend date dans la période de 1860 à 1870, avec le concours de nos plus illustres savants, et elle n'attend rien de l'étranger puisque c'est lui qui est venu en France s'instruire par l'examen de nos travaux.

M. G. WEISS

Ingénieur des Ponts et Chaussées, Agrégé à la Faculté de Médecine d Paris.

LA PUISSANCE DES SYSTÈMES CENTRÉS

— Séance du 11 août 1894 —

Jusqu'il y a quelques années, le numéro d'une lentille représentait la distance focale évaluée en pouces. Giraud-Teulon, le premier, en 1865, fit observer qu'il y avait avantage à prendre pour base ce qu'il appelait

Digitized by Google

la force réfringente, exprimée par l'inverse de la distance focale; il en résultait une grande simplification dans les calculs. En 1867, M. Javal proposa de plus d'adopter comme unité de longueur le mètre au lieu du pouce; mais c'est en 1875 seulement que les ophtalmologistes se rallièrent officiellement à ces réformes et se décidèrent à adopter pour base du numérotage des lentilles la *puissance*, inverse de la distance focale mesurée en mètres. L'unité, puissance de la lentille de 1 mètre de distance focale, s'appelle la *dioptrie*, nom proposé par M. Monoyer. Une lentille de n dioptries a une distance focale de $\frac{1}{n}$ de mètre.

Depuis, on a étendu la convention à tous les systèmes centrés et aux dioptres en particulier; je veux faire voir que cette extension n'a pas sa raison d'être, les avantages existant pour les lentilles ne se conservant pas dans tous les cas, en particulier dans celui des dioptres. Il y a lieu de modifier la définition de la puissance en la généralisant. Cela n'aura aucun inconvénient, car la nouvelle définition générale ne modifiant en rien le cas particulier des lentilles ne dérangera pas les habitudes prises; de plus, elle correspond à une propriété optique générale intéressante des systèmes centrés.

Le grand avantage pour les lentilles consistait en ce fait que les puissances s'ajoutaient algébriquement lorsque les lentilles étaient accolées. En plaçant une lentille de deux dioptries derrière une autre de trois dioptries, on constituait un système équivalent à une lentille de cinq dioptries.

Voyons ce qui se passait pour les dioptres, par exemple; l'adoption de la puissance conduisait aux résultats les plus étranges.

En premier lieu, un dioptre n'avait pas une puissance unique, les deux distances focales n'étant pas les mêmes suivant le sens dans lequel il était traversé par la lumière. Ce même fait se produisait pour tout système centré où le premier et le dernier milieu n'avaient pas le même indice de réfraction. De plus, lors de la superposition de deux dioptres, ou d'un dioptre et d'une lentille, les puissances ne s'ajoutaient pas. Il y a à ce sujet de curieuses remarques à faire.

Supposons une lentille convergente de distance focale f, sa puissance est $\frac{1}{f}$; plaçons derrière elle un dioptre ayant son centre au foyer de la lentille, le nouveau système a la même distance focale que l'ancien, il en résulte qu'avec la définition adoptée on n'a pas fait varier la puissance du système en lui accolant un autre système convergent. Mieux que cela, si le rayon du dioptre est supérieur à la distance focale de la lentille, il est facile de voir que la distance focale a augmenté et par suite, en accolant à la lentille convergente un dioptre convergent, on a diminué la puis-

Digitized by Google

sance du système. Enfin on peut voir qu'en transformant un dioptre convergent en lentille plan-convexe par une section plane, on obtient une distance focale plus petite pour la lentille que pour le dioptre; donc l'addition d'une surface de séparation de puissance nulle a eu pour effet d'augmenter la puissance du système. Tout cela ne satisfait pas l'esprit.

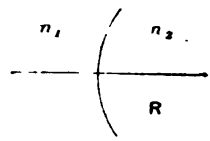


FIG. 1.

Voici un exemple fort simple, qui va nous mettre sur la voie de la modification à introduire pour remédier à tous ces inconvénients.

Prenons un dioptre de rayon R *(fig. 1)* séparant deux milieux d'indices de réfraction n_1 et n_2, la distance focale pour la lumière venant de gauche est donnée par :

$$\frac{1}{f} = \frac{n_2 - n_1}{n_2 R};$$

$\pi = \frac{1}{f}$ est la puissance définie comme précédemment. Supposons un second dioptre ne différant du premier que par un échange des indices, nous aurons de même :

$$\pi' = \frac{1}{f'} = \frac{n_1 - n_2}{n_1 R}.$$

La superposition de ces deux dioptres doit évidemment donner un système de puissance nulle; or, on n'a pas $\pi + \pi' = 0$; mais il suffit de regarder ces deux valeurs pour voir qu'en multipliant chacune d'elles par l'indice de réfraction du dernier milieu, la somme des produits obtenus est nulle :

$$n_2\pi + n_1\pi' = 0.$$

Par conséquent, pour ce cas particulier, l'addition des puissances se fait si on prend comme définition :

« La puissance d'un dioptre est égale à l'inverse de la distance focale, multipliée par l'indice de réfraction du dernier milieu. »

Dans ce cas la puissance d'un dioptre est égale à la différence entre les deux indices de réfraction divisée par le rayon, formule facile à retenir; le rayon doit être affecté du signe + ou du signe — suivant que le dioptre est convexe ou concave du côté d'où vient la lumière. Le dioptre a alors une puissance unique; en effet, prenons le cas de la figure, lorsque la lumière vient de gauche, on a : $\pi = \frac{n_2 - n_1}{R}$, quand elle vient de droite : $\pi = \frac{n_1 - n_2}{-R} = \frac{n_2 - n_1}{R}$.

Digitized by Google

Supposons maintenant deux dioptres quelconques dont les axes et les sommets coïncident *(fig. 2)*; il est aisé d'établir, d'après les méthodes habituelles, la relation liant la distance focale du système ainsi obtenu aux éléments des dioptres; on aura :

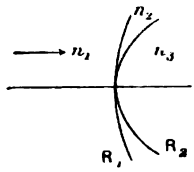


FIG. 2.

$$\frac{n_3}{F} = \frac{n_3 - n_2}{R_2} + \frac{n_2 - n_1}{R_1}.$$

C'est-à-dire qu'en prenant comme puissance d'un système l'inverse de la distance focale multipliée par l'indice de réfraction du dernier milieu, la puissance totale est égale à la puissance des composants; à la condition, bien entendu, que les plans principaux soient au contact.

On a ainsi une formule générale :

$$\pi = \pi_1 + \pi_2 + \ldots$$

$\pi_1, \pi_2, \ldots$ ayant la forme $\frac{n}{f}$ ou $\frac{n_2 - n_1}{R_1}$, un terme $\frac{n}{f}$, pouvant d'ailleurs comprendre plusieurs dioptres associés, par exemple des lentilles minces.

Cette formule se prête facilement à des constructions graphiques à l'aide d'un abaque.

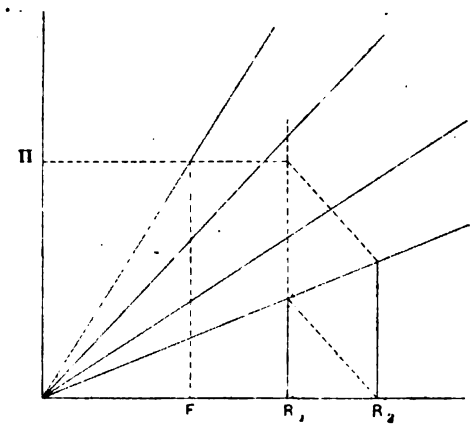


FIG. 3.

Au lieu de représenter π par des hyperboles $y = \frac{n}{x}$, employons une transformation connue et portons en abscisses les valeurs de $\frac{1}{x}$, nous aurons une série de droites *(fig. 3)* passant par l'origine et correspondant

Digitized by Google

aux diverses valeurs de n; soit alors à construire π et F déterminés par la formule :

$$\pi = \frac{n_3}{F} = \frac{n_3 - n_2}{R_2} + \frac{n_2 - n_1}{R_1}.$$

Il suffira de prendre les deux ordonnées correspondant aux valeurs de R_1 et R_2 et s'arrêtant aux droites $n_2 - n_1$ et $n_3 - n_2$, on ajoute les ordonnées ce qui donne π. On mène ensuite une horizontale jusqu'à la droite n_3, l'abscisse correspondant à l'intersection donne F.

Remarque. — Les valeurs de $n_2 - n_1$ étant généralement petites, on augmentera la sensibilité des constructions en multipliant ces valeurs par un multiple de 10; cela ne change rien à ces constructions, il suffit de déplacer la virgule dans les lectures faites, et un seul tableau permet ainsi d'effectuer avec précision tous les calculs.

SIGNIFICATION PHYSIQUE DE LA PUISSANCE

Il peut sembler extraordinaire de ne pas considérer comme également puissants une lentille et un dioptre, par exemple, de même distance focale, cela tient à ce que souvent on rattache la notion de puissance à la convergence donnée à un faisceau parallèle par son passage à travers le système réfringent ; mais l'angle au sommet du faisceau homocentrique est peu intéressant, car il ne dépend pas seulement des propriétés optiques du système, mais aussi du diaphragme. Ce qu'il faut étudier, c'est la formation des images et le diamètre apparent sous lequel on les voit à travers l'appareil.

Prenons immédiatement le cas le plus général, un système centré à distances focales inégales, le premier milieu étant par exemple l'air, le dernier ayant pour indice de réfraction n (*fig. 4*); indiquons seulement ses foyers et ses points nodaux. (Voir GARIEL, *Etudes d'optique géométrique.*)

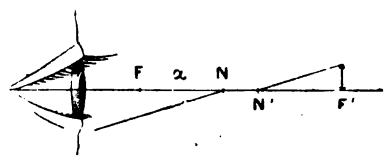


FIG. 4.

Soit O la grandeur d'un objet placé en F', l'image est à l'infini et le diamètre apparent de cette image est

$$\frac{O}{NF'} = O \cdot \frac{n}{f'}.$$

Or $\frac{n}{f'}$ est la puissance du système, par conséquent l'image de l'objet placé au foyer F' a un diamètre apparent $O\pi$ et l'on peut dire :

Digitized by Google

« La puissance d'un système optique donne le diamètre apparent de l'image fournie par l'unité de longueur placée au foyer. »

Inversement, si l'on a un objet à l'infini ayant un diamètre apparent α, la grandeur de l'image qui se forme dans le plan focal est $\frac{\alpha}{\pi}$.

On voit donc que la puissance définie comme je l'ai fait, outre les avantages qu'elle offre au point de vue du calcul, correspond à une propriété optique intéressante dont je développerai l'étude dans l'œil et les instruments d'optique.

M. le Dr André BROCA

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Paris.

SUR LE FONCTIONNEMENT DE L'APPAREIL NERVEUX VISUEL

— Séance du 13 août 1894 —

Les auteurs qui se sont occupés des sensations visuelles ont presque tous voilé l'hypothèse qu'ils faisaient pour arriver à conclure des données de l'expérience a forme de la relation qui existe entre la grandeur de l'excitation et la grandeur de la sensation qu'elle produit. Cette hypothèse, qui a été émise par Fechner, est la suivante : *L'œil perçoit une différence entre deux plages* A *et* B *quand la différence des sensations dues à ces deux plages a atteint une certaine valeur indépendante de la valeur de l'éclairement commun aux deux plages.*

L'expérience permet de trouver quelle est la valeur de la différence objective entre les deux plages au moment où on commence à les distinguer. Dans les limites où le rapport de cette différence à l'intensité totale est constante, on trouve, en partant de l'hypothèse précédente et en appliquant les procédés mathématiques, que la sensation est reliée à l'excitation par la formule logarithmique bien connue de Fechner.

Mais ce rapport n'est pas constant quand on opère entre des limites un peu étendues ; j'ai indiqué dans le *Journal de Physique*, un procédé commode pour connaître sa loi de variation, qui permet, en se servant de

Digitized by Google

l'hypothèse précédente, de connaître la loi de variation de la sensation avec l'excitation. Cette loi est telle que, quand les limites entre lesquelles on opère sont assez rapprochées, on retrouve une loi analogue à celle de Fechner. Le procédé mathématique dont on se sert pour trouver cette loi montre que, inversement, si on peut démontrer que la loi de la sensation en fonction de l'excitation est logarithmique, l'hypothèse précédente est vérifiée.

Dans le travail déjà mentionné, j'ai abordé la question par un côté autre que celui que je veux développer aujourd'hui, et j'ai montré que bien des raisons rendent probable que les sensations visuelles dues aux deux yeux s'ajoutent simplement dans le cerveau. J'ai tiré de là, par une analyse mathématique, que l'hypothèse de Fechner devait être rigoureusement vraie.

Depuis j'ai réfléchi de nouveau à cette question, et j'ai vu que le raisonnement inverse pouvait se faire. L'ensemble de ces deux raisonnements montre que l'hypothèse de Fechner est la condition nécessaire et suffisante pour que les sensations dues aux deux yeux subissent dans les circonvolutions occipitales l'addition simple. Or, deux faits semblent prouver que l'hypothèse de Fechner est exacte, ou au moins très approximative. Nous sommes donc en présence de deux hypothèses, très probables chacune de leur côté, et dont chacune implique mathématiquement l'autre; leur ensemble présente donc un très haut degré de certitude.

Je vais examiner aujourd'hui : 1° les raisons pour lesquelles je crois l'hypothèse de Fechner à très peu près exacte ; 2° le raisonnement qui montre que, si cette hypothèse est admise, l'addition simple des sensations binoculaires en découle (1) ; 3° les conséquences qu'on peut tirer de ce fait relativement au fonctionnement de notre appareil visuel.

La plupart des efforts ont porté sur le premier problème tel que je l'ai posé en commençant, ils ne comportent donc aucune vérification de l'hypothèse précédente. Cependant deux travaux ont été publiés qui semblent montrer péremptoirement que, sans hypothèse, la loi de la sensation doit être logarithmique quand les limites d'intensité sont assez rapprochées. Les premières sont déjà anciennes, ce sont les résultats des mesures astrophotométriques d'Herschel et Steinheil. De longue date on a classé les étoiles par grandeurs, et les numéros qu'on a donnés à ces grandeurs sont évidemment proportionnels à la sensation que donnent les étoiles qui y sont comprises. Quand ensuite sont venues les mesures astrophotométriques, on a vu que les numéros des classes croissaient pro-

(1) MM. Macé de Lépinay et Nicati ont déjà énoncé cette loi à la Société française d'ophtalmologie, le 29 janvier 1884. Les expériences sur lesquelles ils s'appuient me semblent sujettes à caution; je n'en veux pas moins rendre hommage à mes éminents prédécesseurs, qui ont, sinon démontré rigoureusement, au moins pressenti cette loi.

Digitized by Google

portionnellement au logarithme de l'intensité objective émise par les étoiles, ce qui établit sans discussion possible la forme de la loi pour les faibles intensités.

Pour les intensités moyennes, les études de MM. Macé de Lépinay et Nicati, sur la photométrie des sources diversement colorées semblent prouver la même chose. Je n'indique pas ici leur méthode qui m'entraînerait trop loin; elle se trouve dans le *Journal de Physique* de 1883. Il ne faudrait pas en conclure que la sensation puisse être représentée en fonction de l'excitation dans les deux cas par la même fonction logarithmique simple, mais on peut affirmer que la loi complète se réduit, quand les limites ne sont pas trop étendues, à des fonctions logarithmiques. D'après ce qui précède, on peut alors affirmer que, dans les mêmes limites et avec la même approximation, l'hypothèse de Fechner est vérifiée.

C'est là tout ce que l'on peut dire avec certitude. Cependant on peut, avec une certaine probabilité, dire que si l'hypothèse de Fechner n'est pas tout à fait exacte, elle l'est au moins d'une façon approximative; car, si les fonctions logarithmiques de Steinheil et celles de MM. Macé de Lépinay et Nicati sont très différentes, il suffit de jeter les yeux sur une courbe qui représente les variations du rapport de la plus petite différence d'intensité perceptible entre deux plages, à l'intensité totale, pour voir que les variations considérables de cette fonction permettent d'expliquer à elles seules toutes les variations des fonctions logarithmiques.

Cela étant, je vous prierai d'admettre que l'hypothèse de Fechner est vérifiée; si elle ne l'est pas, elle l'est à très peu de choses près, et de cela nous sommes sûrs.

La conséquence que je vais en tirer présentera le même degré de certitude et d'exactitude que l'hypothèse elle-même. A cette hypothèse, vérifiée jusqu'à un certain point par ses conséquences, je vais adjoindre un résultat expérimental. La manière la plus simple pour l'énoncer est de décrire l'expérience elle-même.

Soit un disque rotatif de Masson présentant un trait interrompu. Quand ce disque tourne, chaque élément engendre, par suite de la persistance des impressions sur la rétine, une couronne sombre dont on peut calculer facilement l'éclairement, en supposant le trait d'un noir absolu. La différence d'intensité entre une couronne et le blanc du disque est inversement proportionnelle à la distance de cette couronne au centre.

L'expérience montre que, pour toutes les valeurs de l'éclairement, si la dernière couronne qu'on voit avec l'œil gauche seul est la $n^{\text{ème}}$ et, avec le droit seul, la $p^{\text{ème}}$, la dernière couronne que l'on voit binoculairement est la $(n + p)^{\text{ème}}$. Cette expérience est facile à faire moyennant une certaine habitude de la vision monoculaire. Il faut avoir soin de laisser l'œil errer naturellement sur le disque, même dans la vision monoculaire,

Digitized by Google

sans cela, on voit, par vision binoculaire une couronne d'ordre supérieur à $n + p$. L'expérience faite par des observateurs exercés donne toujours le résultat annoncé. Pour permettre de discuter l'approximation de ce résultat, je vais indiquer les données du disque qui m'a servi. Le trait noir était de 2 millimètres d'épaisseur, il était tracé tant plein que vide et chaque élément avait 4 millimètres de long.

Pour interpréter ce résultat au moyen de l'hypothèse de Fechner, il me faut encore rappeler deux faits : Le premier, c'est que, pour le point de fixation, la macula, les fibres nerveuses se divisent dans le chiasma en deux faisceaux identiques en importance et aboutissant chacun à une circonvolution occipitale.

Le second, c'est que, dans l'œil, l'énergie lumineuse se transforme en une nouvelle espèce d'énergie, l'énergie nerveuse, dont on ne connaît pas les lois, mais qui impressionne les lobes occipitaux.

Le premier fait nous montre que notre cerveau est absolument dans les mêmes conditions vis-à-vis des excitations venues des deux yeux, malgré la différence bien connue des deux hémisphères cérébraux. Nous pouvons donc être assurés que l'accroissement minimum de sensation correspondant à la perception d'une différence sera le même pour l'œil droit et pour l'œil gauche, la machine qui transforme l'énergie nerveuse en sensation étant la même dans les deux cas.

Dans ces conditions, un calcul des plus élémentaires va nous permettre d'arriver à une conclusion importante.

Soient δS_1, δS_2, δS_3 les accroissements minima de sensation correspondant à la perception d'une différence, respectivement avec l'œil droit, l'œil gauche, et les deux yeux. Soient δI_1, δI_2, δI_3 les accroissements d'intensité lumineuse qui donnent ces accroissements de sensation δS_1, δS_2, δS_3. Par l'effet de leur adaptation et de celle des circonvolutions cérébrales, l'œil droit utilisera pour la sensation une certaine fraction a de δI, le gauche b de δI_2, et les deux c de δI_3.

Ceci s'exprimera en langage mathématique sous la forme :

$$\delta S_1 = a\delta I_1 \qquad \delta S_2 = b\delta I_2 \qquad \delta S_3 = c\delta I_3.$$

a, b, c étant non des constantes, quels que soient δI_1, δI_2 et δI_3, mais des fonctions de l'intensité totale.

Or, nous savons par l'anatomie du système nerveux visuel, ainsi que je l'ai énoncé tout à l'heure, que : $\delta S_1 = \delta S_2$, c'est-à-dire que $a\delta I_1 = b\delta I_2$.

Si nous admettons l'hypothèse de Fechner, $\delta S_3 = \delta S_1 = \delta S_2$; et l'expérience du disque rotatif que j'ai indiquée plus haut nous montre que $\frac{1}{\delta I_1} + \frac{1}{\delta I_2} = \frac{1}{\delta I_3}$. Il est facile de voir que, de tout ceci, il résulte que $a + b = c$. Les fonctions a, b et c sont ce que les mathématiciens

Digitized by Google

appellent les dérivées de la fonction qui représente la sensation en fonction de l'excitation. Il est dès lors évident, par une propriété mathématique bien connue (1), que la sensation due aux deux yeux est la somme des sensations dues à chacun des deux yeux séparément.

Nous pouvons donc dire que les sensations produites par chacun des deux yeux s'ajoutent simplement dans les hémisphères cérébraux. Ceci a l'air, au premier abord, en contradiction absolue avec la loi de Fechner, et c'est cependant sur le fondement même de cette loi que je me suis appuyé pour démontrer cette proposition. Je vais faire cesser cette contradiction apparente.

La loi psycho-physique considère, d'une part, l'intensité de la lumière objective, et, d'autre part, la sensation elle-même, sans considérer l'intermédiaire obligé entre les deux, c'est-à-dire l'énergie transmise par le nerf optique; celle-ci est une transformation de l'énergie lumineuse produite par les rétines, qui sont de véritables machines génératrices, et se transforme en sensation dans les circonvolutions occipitales, qui jouent le rôle de machines réceptrices.

L'analyse précédente nous a montré un fait, et un seul, c'est que, une fois la première transformation effectuée par les rétines, qui sont, au point de vue fonctionnel absolument distinctes l'une de l'autre, les circonvolutions occipitales opèrent par addition simple des énergies nerveuses qu'elles reçoivent de chacun des deux yeux. Ceci n'implique aucune conséquence relative à ce qui se passe pour un seul œil; nous n'avons aucune donnée sur la façon dont le cerveau se comporte vis-à-vis d'excitations de cette nature. Cependant nous pouvons raisonner avec une certaine probabilité sur les causes auxquelles est due la diminution du rendement de l'œil quand l'intensité lumineuse augmente, et qui se traduit par ce fait que la sensation ne croît que comme le logarithme de l'excitation ou à peu près.

Les Allemands, et Fechner lui-même à leur tête, pensent que la cause de cette loi est toute psychique. S'il en était ainsi, les sensations dues aux deux yeux devraient s'ajouter avec un certain déchet, comme celles qui sont données par un seul œil, et nous ne devrions pas avoir l'addition pure et simple des sensations binoculaires, comme l'expérience et la théorie précédente le démontrent, au moins très approximativement. Le rendement de la vision binoculaire serait moins bon qu'il ne l'est en réalité. On peut, au contraire, il me semble, trouver une raison suffisante de la forme de la loi de Fechner dans la loi indiscutable de la conservation de l'individu.

Tout organe qui fonctionne s'use par cela même, et si son fonctionnement est permanent, il y a constamment équilibre entre son usure, sa

(1) La dérivée d'une somme est égale à la somme des dérivées.

Digitized by Google

fatigue et la reconstitution dont les éléments lui sont apportés par le sang. Cet équilibre assure la conservation de l'individu. Le sang ayant un afflux limité, nous devons nous attendre à trouver des phénomènes, réflexes et autres, qui soustraient l'organe excité à une usure qui compromettrait son existence. Dans l'œil, ces réflexes se présentent sous deux formes connues. Peut-être, d'ailleurs, sont-ils bien plus nombreux. Les deux formes connues sont la constriction pupillaire et la migration du pigment rétinien. D'autres causes que l'on peut pressentir, mais qui seraient de simples hypothèses, et que je passe à dessein sous silence, permettraient de rendre compte de toutes les particularités de la sensibilité rétinienne. Mais ces deux faits indiscutables permettent d'affirmer que le rendement de l'œil doit être moindre pour les forts éclairages que pour les faibles. En effet, s'il tombe une certaine quantité de lumière sur l'œil, la constriction pupillaire se fera de manière qu'il en entre d'autant moins qu'elle sera plus forte, la migration du pigment en dégradera en chaleur absorbée par le pigment noir une quantité d'autant plus grande que cette migration sera plus accentuée.

Peut-être une action analogue se produit-elle lors du fonctionnement de la circonvolution occipitale, quand un seul œil est en jeu. Ce qui précède permet seulement d'affirmer que les cellules correspondant à chaque œil, qui sont évidemment distinctes dans le cerveau, fonctionnent indépendamment les unes des autres, et que les phénomènes de défense, réflexes et autres, sont les seules causes que l'on doit rechercher à l'affaiblissement qu'éprouve le coefficient de rendement de nos organes, quand l'énergie excitatrice croît.

Enfin, je veux, en terminant, protester contre une idée fausse généralement répandue. Beaucoup de personnes considèrent la loi logarithmique comme une loi de la nature. Cela tient, je crois, à ce que les physiologistes croient que cela a été démontré par les physiciens, et que les physiciens croient que cela a été démontré par les physiologistes. Beaucoup de bons esprits, depuis Helmholtz, ont pensé le contraire; j'espère, dans ce qui précède, avoir corroboré leur idée par deux arguments sérieux : 1° la loi logarithmique ne peut être due qu'à de multiples phénomènes de défense de l'organisme, dont le résultat est certainement complexe; 2° elle ne peut se déduire de l'expérience qu'au prix d'une hypothèse bien probable, il est vrai, et évidemment très approchée, mais qui n'est pas absolument certaine.

La loi qui relie la sensation à l'excitation ne peut être qu'une loi empirique, comme celle de la compressibilité des gaz; ce n'est pas une loi simple de la nature comme la loi de Newton ou celle de Coulomb.

Digitized by Google

M. le Dr André BROCA

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Paris.

ESSAI DE THÉORIE DES IMAGES ACCIDENTELLES SUR FOND OBSCUR

— Séance du 13 août 1894 —

Les faits eux-mêmes dont je vais parler sont peu connus. Helmholtz leur a consacré, dans son *Optique physiologique*, un long chapitre, et la cause qu'il leur attribue ne saurait être admise, à mon avis. Cela tient à ce que j'ai constamment observé dans les expériences une différence avec ce qui est admis par Helmholtz, différence qui rend sa théorie incompatible avec les faits. Le seul fait d'être en contradiction avec ce grand physiologiste et physicien suffit, j'espère, pour justifier l'exposé que je vais faire de la question.

Quand on contemple pendant un certain temps un objet vivement éclairé et qu'on regarde ensuite un fond éclairé, tout le monde sait qu'on voit se détacher en sombre sur le fond éclairé la forme de l'objet vivement éclairé qu'on a regardé d'abord. Cette impression antérieure a fatigué les points de la rétine où elle a eu lieu ; ceux-ci sont donc moins excitables que les voisins ; le fond éclairé uniforme que l'on regarde ensuite donnera donc en ces points une sensation moins grande qu'aux points voisins; c'est le phénomène appelé image accidentelle sur fond clair. On lui donne l'épithète de négative parce que son éclairage est inverse de celui de l'objet.

Si, à ce moment, on remplace le fond clair par un fond obscur, le phénomène change complètement ; l'objet primitivement regardé nous apparaît avec tous ses détails, et comme s'il était réellement devant nos yeux, se détachant sur le fond obscur. C'est l'image accidentelle sur fond obscur; on lui donne l'épithète de positive parce que son éclairage est le même que celui de l'objet.

Si on part de cette image sur fond obscur, et qu'on augmente peu à peu l'éclairage du fond, elle s'efface peu à peu pour devenir négative quand l'éclairage est devenu assez fort.

Ces dernières expériences se font facilement en fermant les yeux et pla-

Digitized by Google

çant les mains devant, pour éviter toute trace de lumière diffusée à travers les paupières. Il faut rester dans cette position quelques minutes pour amener la rétine à un état de repos suffisant. On est averti que la rétine est assez reposée quand on ne voit plus dans le champ visuel obscur de traces d'images accidentelles antérieures. On ne voit plus alors que cette lueur instable impossible à décrire à qui ne l'a pas observée, qu'Helmholtz a nommée le chaos lumineux, et qu'il attribue à l'excitation des terminaisons nerveuses par la circulation.

Helmholtz décrit ainsi les phénomènes. Dès que les rétines sont soustraites à la lumière, on continue à voir l'objet auquel est due l'excitation, avec cette seule différence que l'intensité de l'image est très affaiblie. Puis, au bout d'un temps variable, l'image des objets blancs se colore en passant par des phases fixes, ou à peu près ; puis, parfois, l'image devient négative, et elle disparaît.

Helmholtz attribue ces phénomènes à la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, et il donne des colorations successives une explication dont le principe est dû à Fechner, et dans laquelle il fait entrer la fatigue de la rétine, qui n'est pas la même pour les diverses couleurs.

Enfin, il pense que l'image négative se forme quand l'intensité de l'image accidentelle est moindre que celle du chaos lumineux des parties voisines.

Cette explication me semble insoutenable quand on analyse les faits plus en détail.

Nous sommes loin aujourd'hui du temps où on croyait avoir tout expliqué en attribuant à la matière organisée des propriétés absolument différentes de celles de la matière inerte. Dans l'état actuel de la science, les physiologistes, comme les physiciens, doivent toujours, en présence d'un phénomène, chercher où est l'énergie qui le produit et quelle forme elle a prise pour animer la matière. Les lois élémentaires auxquelles l'énergie est soumise doivent, d'ailleurs, être les mêmes pour la matière vivante et pour la matière inerte. Les lois de l'énergétique sont absolues.

J'ai donc aujourd'hui deux tâches à remplir : 1° exposer les faits qui me semblent incompatibles avec la théorie d'Helmholtz ; 2° chercher dans la rétine qui vient de travailler une source d'énergie qui puisse rendre compte des particularités du phénomène.

Dans son ouvrage, Helmholtz insiste sur la difficulté qu'il y a à ne pas troubler l'apparition de l'image accidentelle. Le moindre mouvement du corps la fait disparaître. Il faut avoir soin d'ouvrir les mains sans secousse, sans quoi l'image n'apparaît pas immédiatement.

Pour me mettre à l'abri de toute cause d'erreurs, j'ai opéré au moyen

Digitized by Google

d'un obturateur photographique à poire de caoutchouc monté sur une chambre noire où je plaçais la tête. De la sorte, tout se réduisait au petit mouvement des doigts nécessaire pour presser la poire et la tête restait absolument immobile. J'ai, d'ailleurs, dans quelques expériences, fait presser la poire par un aide et le résultat a toujours été identique.

Les résultats ont été absolument différents suivant les conditions de l'expérience; de plus, pour chaque genre d'expériences, certains résultats ont été absolument fixes, et d'autres absolument variables.

Les résultats fixes sont les suivants:

1° Avec une lumière très intense, celle du soleil, j'ai opéré avec des temps de pose variant entre $\frac{1}{100^e}$ de seconde environ et quatre secondes.

J'ai toujours remarqué après la fermeture une persistance de l'image extrêmement fugace et difficile à saisir, durant une fraction de seconde. Je n'ai pu mesurer ce temps, mais il me semble de l'ordre du temps de la persistance mesurée par Plateau au moyen des disques rotatifs.

Puis, restant absolument immobile, je voyais une image accidentelle qui commençait à apparaître au bout de sept secondes environ, et qui atteignait son maximum au bout d'une quinzaine de secondes. *L'intensité* de l'image accidentelle était à peu près la même dans tous les cas, sa durée seule variait. Dans les expériences instantanées, l'image ne persistait guère plus de quatre ou cinq minutes. Dans l'expérience de quatre secondes, l'image a duré vingt-quatre heures, aussi bien positive que négative. Le temps perdu d'apparition et le temps mis pour arriver au maximum sont restés les mêmes, et c'est ce point que j'ai voulu vérifier par cette pénible expérience, qui ne peut être faite qu'au prix d'une véritable neurasthénie durant plusieurs jours.

2° Avec un éclairage moyen, en contemplant le ciel chargé de nuages blancs, les résultats ont été variables suivant les circonstances.

Avec une demi-minute de pose, les circonstances sont les mêmes que pour l'image accidentelle du soleil, avec une particularité de plus, c'est un éclair bleu ou vert très éclatant au moment où l'obturation a lieu.

Avec les poses rapides, le phénomène change, on voit un abaissement très rapide; mais le temps perdu, pendant lequel l'image n'est pas apparente, diminue de plus en plus, et les phénomènes arrivent à se confondre. Mais toujours on perçoit un minimum très net de sensation quelques instants après la fermeture.

3° Avec les lumières faibles, les phénomènes sont identiques aux derniers, sauf l'éclair coloré de fermeture.

Les phénomènes que je viens d'indiquer sont les seuls absolument constants, et encore le temps de pose pour lequel on arrive à la continuité des phénomènes pour des éclairements à peu près identiques varie beaucoup d'un moment à l'autre. L'image apparaît généralement colorée

Digitized by Google

comme l'objet qui lui a donné naissance, mais souvent la teinte change et l'image, dès son début, est colorée d'une façon très intense. Les colorations finales indiquées par Helmholtz se succèdent parfois pour moi comme il l'indique, mais toujours avec des variations considérables. Enfin, quand l'image devient négative, elle a une intensité infiniment supérieure au chaos lumineux tel que nous le percevons ordinairement.

Tels sont les phénomènes avec tous les détails que j'ai pu y découvrir, et que j'ai fait vérifier par un de mes amis qui a bien voulu m'aider dans ces fatigantes observations.

La question de la persistance est écartée d'elle-même par l'expérience; ces phénomènes ne sont pas dus à une réserve d'énergie accumulée pendant l'action de la lumière et restituée quand l'action cesse, ainsi que cela a lieu dans le courant électrique, où une partie de l'énergie est accumulée, sous une forme mal connue, par ce qu'on appelle l'extra-courant de fermeture, et restituée par l'extra-courant de rupture. Dans ce dernier cas, aussitôt que la cause qui maintient l'équilibre contraint cesse d'agir, l'énergie accumulée est restituée sous forme d'extra-courant de rupture. Si nous admettions pour cause de nos images la persistance des impressions par dissipation d'une énergie accumulée comme dans le circuit électrique, nous devrions admettre qu'un état de déformation dû à une force dont l'origine est la lumière commence par tendre rapidement vers sa position d'équilibre, puis s'arrête un temps assez long pour reprendre ensuite une variation très lente. Ceci me semble, *a priori*, assez difficile à admettre.

Si nous considérons, au contraire, la question à un autre point de vue, nous allons trouver dans la rétine une source d'énergie à laquelle nous pourrons attribuer les phénomènes. Toutes les manifestations de l'énergie impressionnent, en effet, les terminaisons nerveuses; plus ou moins bien, mais toutes les impressionnent. C'est-à-dire que, quand une forme quelconque de l'énergie est absorbée par un de nos organes en présence d'une terminaison nerveuse, il y en a une partie qui est détournée de son but pour se transformer en énergie nerveuse. Après l'action de la lumière, nous avons une action inverse, il y a reconstitution de l'organe usé au moyen des matériaux apportés par le sang. Nous avons donc sur les terminaisons nerveuses même une transformation d'énergie qui se produit, il doit y avoir excitation des terminaisons nerveuses. Celle-ci doit se faire d'autant plus énergiquement que le point où elle se produit a été plus impressionné, et la rétine doit être impressionnée à peu près comme par l'image, à la couleur près, qui est un attribut de l'impression que nous ne connaissons pas.

Il est aisé de voir que cette explication rend compte des détails du phénomène. En effet, l'impression n'a lieu que pour une certaine valeur

Digitized by Google

de l'énergie excitatrice; il faut donc que la reconstitution se fasse avec une certaine énergie, et, pour cela, que le sang qui baigne les éléments soit assez riche. Or, il est hors de doute que la membrane de Jacob, couche sensible de la rétine, ne contient pas de vaisseaux sanguins, mais est parcourue par un riche réseau de capillaires. Après la cessation de l'impression, il faut, pour que le sang qui baigne les éléments s'enrichisse assez pour produire une reconstitution active, que ces capillaires vident leur sang usé dans les veines, et en reçoivent du neuf des artères. Le temps qu'il faut pour cela sera, jusqu'à une certaine limite, d'autant plus grand que l'usure aura été plus grande. Donc, les phénomènes devront être exactement ceux que j'ai décrits plus haut.

En somme, l'énergie des images accidentelles sur fond obscur a bien son origine, comme l'énergie des extra-courants dans de l'énergie empruntée à la cause excitatrice, puisque c'est celle-ci qui détruit partiellement les cellules de la rétine, et que l'énergie disponible amenée par le sang, et qui cause, je crois, l'image accidentelle, ne fait que réparer la destruction ainsi produite. Mais au lieu que, dans le courant électrique, l'énergie d'abord perdue est entièrement restituée au système, ici la sensation lumière est due à un déchet que subit l'énergie potentielle apportée par le sang, source extérieure, quand elle opère le travail de reconstitution de la rétine.

M. le Dr André BROCA

Ancien Élève de l'École Polytechnique, à Paris.

SUR UN MICROSCOPE DE M. VÉRICK

— Séance du 13 août 1894 —

Je veux rendre compte à la Section d'expériences comparatives qui ont été faites dans ces derniers temps au laboratoire des travaux pratiques de physique de la Faculté de Médecine de Paris, sur les divers types de microscopes. Les expériences ont porté sur des oculaires et objectifs anciens de Nachet, sur de nombreux objectifs et oculaires de Zeiss, sur des objectifs

Digitized by Google

de Leitz, et sur des oculaires et objectifs de Vérick et de son successeur Stiassnie. M. Weiss, chef des travaux pratiques, avait réuni ces instruments pour les comparer. Je n'ai mentionné les premiers que pour mémoire.

Les essais ont été faits au moyen de test-objets classiques, le *pleurosigma angulatum* et la *surirella gemma*, et aussi sur des préparations histologiques de muscles, et de terminaisons nerveuses dans les muscles.

Les essais ont porté d'abord sur les oculaires, un 3 et un 4 de Zeiss et deux 3 de Vérick et Stiassnie. La supériorité de ces derniers a été incontestable, quels que fussent les objectifs auxquels on les adjoignit. La supériorité était telle même que la définition était meilleure avec les 3 de Vérick qu'avec le 4 de Zeiss, qui donnait un grossissement double. L'un des oculaires de Vérick, ancien de quelques années, était d'ailleurs supérieur à l'autre plus récent.

Pour les objectifs secs, on a trouvé une supériorité incontestée pour les Vérick anciens et modernes. Avant d'avoir un Vérick à immersion, le classement pour le pouvoir de définition a été le suivant : Leitz et Zeiss. Enfin, M. Stiassnie a apporté un objectif à immersion, qui a donné un pouvoir de définition meilleur encore.

La seule supériorité des objectifs allemands consiste dans leur grande lumière et dans leur grande distance frontale. La première est toujours trop grande, même avec des préparations épaisses, et, quand on travaille devant une fenêtre, on est toujours obligé de diminuer le diaphragme ; il semble donc rationnel de ne pas sacrifier la netteté à la clarté, quand on arrive dans ces limites-là. La grande distance frontale est bien une qualité, mais celle de Stiassnie a toujours été suffisante, et la grande distance frontale de Zeiss n'a réellement d'intérêt que dans l'application de la méthode de Golgi et de Ramon y Cajal, où l'on travaille sans couvre-objet.

En somme, le microscope envoyé par M. Stiassnie à l'Association réalise la plus grande perfection actuelle relativement au pouvoir de définition, et est parfaitement suffisant au point de vue de la lumière et de la distance frontale. Les Zeiss et les Leitz n'ont de supériorité que pour la photographie quand on est limité par le temps de pose. Mais ce n'est pas là le cas général.

Digitized by Google

M. J. N. SHOOLBRED

Ingénieur, à Londres.

L'INDUSTRIE ÉLECTRIQUE EN ANGLETERRE EN 1893 (1)

— Séance du 13 août 1894 —

M. Shoolbred, après des indications générales sur l'industrie électrique en Angleterre en 1893, s'occupe plus spécialement des installations électriques exécutées par la ville de Bradford, et par d'autres municipalités.

Il donne notamment des nombres se rapportant à l'exploitation faite par la municipalité de cette ville et au prix de l'énergie électrique dans diverses villes en 1893. Ces données numériques sont résumées dans les tableaux suivants :

I

EXPLOITATION DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE DE LA MUNICIPALITÉ DE BRADFORD 1890-1893

Dépenses et Recettes annuelles.

	1890	1891	1892	1893
	FR.	FR.	FR.	FR.
Dépenses de manufacture	51.815	71.307	98.140	125.142
Profit (gros)	8.464	70.836	99.710	129.411
Recettes totales.	60.279	142.143	197.850	254.553
	KW.	KW.	KW.	KW.
Kilowatts vendus.	107.907	239.361	365.411	480.614
Prix de vente par kilowatt	0 fr. 50	0 fr. 60	0 fr. 50	0 fr. 50

Intérêt et Amortissement.

	1889	1890	1891	1892	1893
	FR.	FR.	FR.	FR.	FR.
Intérêt des emprunts . .	11.684	18.029	25.372	33.912	38.937
Amortissement.	10.541	16.625	19.641	28.868	41.396
TOTAL.	22.225	34.654	45.013	62.780	80.333

Capital.

31 décembre 1889	31 décembre 1890	31 décembre 1891	31 décembre 1892	31 décembre 1893
FR.	FR.	FR.	FR.	FR.
461.402	680.230	1.005.621	1.214.217	1.414.776

(1) Voir la note publiée dans la première partie, p. 122.

Digitized by Google

II

TABLEAUX COMPARATIFS DES CHARGES DE PRODUCTION, DES PRIX DE VENTE, etc. DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE EN 1893

A COURANTS CONTINUS A BASSE TENSION	CAPITAL par kilowatt	DÉPENSES par kilowatt	PRIX DE VENTE du kilowatt d'électricité	PRIX DE VENTE du mètre cube de gaz	REMARQUES
	F. C.	F. C.	F. C.	F. C.	
Bradford (municipalité)	2 90	0 25	0 50	0 10	Toutes ces installations ont fonctionné au moins trois années.
Liverpool	5 80	0 31	0 70	0 13	Les chiffres sont basés sur les Rapports pour 1893, publiés par le Board of Trade (Ministère du Commerce).
Londres — Saint-James	4 50	0 37	0 60	0 13	
Londres — Westminster	5 50	0 35	0 60	0 13	
A COURANTS ALTERNATIFS A HAUTE TENSION					*Rapport des unités de v n'e pris sur l'équivalent en lumière de 3.000 bougies anglaises :* 1.000 pieds cubes de gaz (d'intensité de 15 bougies anglaises par 5 pieds cubes).
Eastbourne	7 50	0 52	0 90	0 14	28,3 mètres cubes de gaz (d'intensité de 15 bougies anglaises par 5 pieds cubes).
Newcastle	2 90	0 26	0 45	0 08	10 kilowatts d'énergie électrique (dans des lampes à incandescence).
Londres — West-Kensington	5 30	0 52	0 80	0 13	
Londres — Metropolitan	5 70	0 44	0 60	0 13	

	PRIX DE VENTE DE GAZ par 1000 p. c.	PRIX DE VENTE DE GAZ par 28,3 m.c.	PRIX DE VENTE D'ÉLECTRICITÉ par 10 kw.	PRIX DE VENTE D'ÉLECTRICITÉ par 10 kw.	REMARQUES
	S. D.	F. C.	S. D.	F. C.	
A Londres	3 1	3 70	5 0	6 »	Donc l'électricité, quoique à bas prix, est presque le double du gaz.
A Paris	8 9	10 50	10 0	12 »	Donc l'électricité, quoique le double qu'à Londres, est presque au même prix que le gaz.

Digitized by Google

M. NEYRENEUF

Professeur à la Faculté des Sciences de Caen.

SUR LA RÉFRACTION DU SON

— Séance du 14 août 1894 —

On connaît présentement de nombreuses expériences destinées à montrer que les vibrations sonores qui obéissent si complètement aux lois de la réflexion suivent également celles de la réfraction.

Sondhauss, le premier (1), parvint à faire une lentille convergente pour le son avec un ballon de collodion gonflé d'acide carbonique : le papier et la baudruche n'avaient donné aucun résultat.

Plus récemment Hazech (2) chercha à observer la déviation par un prisme des rayons sonores. L'appareil consistait en un cylindre limité par deux sections, l'une normale à l'axe, l'autre oblique. Des lames de collodion, de caoutchouc et même de mica fermaient les deux ouvertures. Les milieux employés furent les différents gaz et l'eau, soit pure, soit salée. Il ne m'a pas été possible de retrouver les résultats indiqués par Hazech, en conservant les dispositions qu'il a adoptées, en substituant seulement à l'oreille ma *flamme sensible*, pour mesurer l'intensité du son.

Masch et Fischer (3) ont fait remarquer que, vu la grandeur des longueurs d'onde, les ouvertures pour le passage du son jouaient le même rôle de dissémination qu'une petite ouverture en optique ; que la dimension des corps sonores amenait de grandes irrégularités dans la constitution de l'onde ; enfin, que les obstacles interposés sont assimilables à des corps plus ou moins transparents. Ils ont employé l'étincelle électrique comme source sonore, et trouvé par le procédé Sondhauss des résultats purement négatifs.

Bachm et Seellbach (4) ont eu recours aussi à l'étincelle comme source sonore et, en supprimant les intermédiaires solides, à l'action mutuelle de deux membranes placées dans des milieux gazeux différents.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXXV.
(2) *Ibid.*, 3e série, t. LIV.
(3) *Comptes rendus de l'Académie de Vienne*, t. LXVII.
(4) *Journal de Physique*, t. IX.

Digitized by Google

Les principales causes d'incertitude des expériences précédentes résident: 1° dans le mode de perception du son; 2° dans l'action perturbatrice possible des membranes employées pour limiter les milieux; 3° enfin dans le choix même de la source sonore.

On peut constater facilement l'existence d'un foyer sonore par le procédé Sondhauss, en employant un timbre, actionné par un mouvement d'horlogerie et ma flamme sensible placée à une distance telle qu'elle n'éprouve plus de rabattement quand frappe le marteau. L'interposition d'un ballon de caoutchouc, gonflé d'acide carbonique, permettra le rabattement de la flamme, et on constatera facilement l'existence de distances relatives pour le maximum d'effet. Un ballon gonflé d'air ne donnera rien dans les mêmes conditions et *a fortiori* s'il est gonflé de gaz d'éclairage ou d'hydrogène pur.

Le procédé d'Hazech comporte une cause de perturbations énormes, produites par le prolongement en biseau du tube. Des réflexions ont lieu, en effet, vers cette région entre la membrane et la paroi, donnant à la première un mode irrégulier d'ébranlement.

L'emploi d'une étincelle comme source sonore donne lieu à plusieurs remarques. L'énergie de l'ébranlement peut, comme nous l'avons démontré (1), entraîner une cause d'erreur importante par le mode même d'action de la membrane dans la transmission du son; de plus on doit prévoir des perturbations non négligeables dans la mise en vibration des milieux successifs par suite même du régime troublé que l'on utilise. Rappelons, comme exemple, que la vitesse de propagation de l'ébranlement dû à une étincelle est plus grande au voisinage des deux armatures que la vitesse normale de propagation du son.

Il semble indispensable de ne se servir que d'un son d'intensité moyenne et bien défini au point de vue acoustique, se propageant d'une manière régulière dans des milieux homogènes; de telle sorte que la surface d'onde élémentaire puisse être considérée dans chacun d'eux comme parfaitement sphérique.

Il est plus difficile de limiter l'intensité du son de manière à être garanti contre les inversions signalées avec les membranes minces, membranes que l'on recherche et comme garantie d'homogénéité et pour diminuer l'absorption.

EXPÉRIENCES NOUVELLES SUR LA RÉFRACTION DU SON

J'ai pris l'eau comme milieu réfringent. La transmission est sans doute bien faible et l'on ne peut pas s'attendre à produire des foyers sonores bien intenses. On remédiera à cet inconvénient en augmentant l'étendue

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. X, 7e série.

Digitized by Google

de la surface réfringente et en se servant de la flamme sensible dont nous disposons. J'ai employé une grande lentille, formée par un cylindre de 36 centimètres de diamètre et d'une hauteur de 15 centimètres. Deux lames de caoutchouc mince, tendues, fermaient les deux bases; enfin des tubulures directement opposées sur la section moyenne permettaient l'introduction et le maniement du liquide (1).

On introduisait de l'eau par l'orifice supérieur, celui inférieur étant maintenu fermé, en ayant soin d'agir avec deux lames de carton épais sur les membranes de caoutchouc qui auraient pu subir une tension trop forte et éprouver vers les parties basses une modification permanente altérant leur homogénéité.

La lentille étant remplie, on fermait l'orifice supérieur hermétiquement et on mettait celle inférieure en communication par un tube en caoutchouc avec un vase placé à un niveau plus bas environ d'un mètre. Dans ces conditions, l'eau s'écoulait et bientôt les lames de caoutchouc formaient deux surfaces concaves propres à produire la convergence des rayons sonores. Ces surfaces n'étaient pas parfaitement régulières, le sommet de la courbure étant plus élevé que l'axe du cylindre; mais la forme, sans être sphérique, se rapprochait suffisamment de celle des appareils réfringents théoriques. La forme de la surface n'est malheureusement pas seule en cause, si l'on remarque la différence de pression due aux différences de niveau des éléments de la masse liquide. Les deux lames de caoutchouc étaient dans un état d'élasticité variable en chaque point et par suite peu aptes à se prêter à une réfraction régulière. On verra plus loin l'artifice employé pour remédier à cet inconvénient.

La source de sons était constituée par un timbre renfermé dans une caisse sur la paroi de laquelle était fixée la lentille à eau. Pour bien assurer la constance de l'incidence, le timbre était recouvert d'une seconde boîte munie d'une petite ouverture correspondant sensiblement au centre de courbure de la surface interne de la lentille. On se trouvait ainsi placé sous l'incidence la plus favorable à la pénétration.

Je notais l'intensité sonore au moyen des effets produits sur la flamme sensible dont j'ai indiqué ailleurs la disposition et le mode de fonctionnement (2). Je rappellerai seulement que l'on peut faire varier la sensi-

(1) D'après Poisson (*Annales de Chimie*, tome X), quand le son passe de l'air dans l'eau, son intensité en incidence normale s'affaiblit dans le rapport de 1 à 3000, puis encore de $\frac{1}{300}$ en repassant de l'eau dans l'air.

L'emploi des membranes entraîne une perte du même ordre pour des ondes ne produisant aucun déplacement sensible de l'ensemble, les seules à utiliser rigoureusement. On voit que même dans le cas du gaz, eu égard aux quatre réflexions, on ne peut attendre pour les phénomènes de la réfraction des intensités comparables à ceux que donne la réflexion sur un miroir.

On peut remarquer encore qu'avec une lentille à eau, c'est la perte par absorption qui l'emporte, car il ne se produit que deux réflexions d'affaiblissement, le caoutchouc et le liquide devant avoir des indices peu différents.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXII.

Digitized by Google

bilité du zéro à presque l'infini. Les résultats observés sont les suivants :

Quand la courbure des lames de caoutchouc n'est pas considérable, on ne trouve aucun résultat précis pour la raison indiquée plus haut et il faut amener les deux lames comme en contact pour constater l'existence d'un foyer.

Si l'on augmente encore la tension des membranes, on rendra de moins en moins sensibles les effets des différences de la pression du liquide aux différents niveaux. On laissera, dans ce but, écouler l'eau de manière que les membranes viennent en contact et qu'il se forme une partie plane centrale sensiblement circulaire, bordée par une surface convergente.

En faisant alors varier la distance de la flamme sensible à la lentille, on observe successivement :

1° Une région actionnée par la partie plane dont l'effet diminue à mesure que la distance augmente ;

2° Une région d'insensibilité relative;

3° Une nouvelle région active d'assez grande longueur;

4° Retour définitif à l'insensibilité.

Sous cette dernière forme, l'expérience est réellement concluante sans se prêter néanmoins à des déterminations un peu précises de longueurs focales et d'indices de réfraction. L'étendue de chaque région diffère, bien entendu, avec l'aplatissement des lames, mais la troisième ne s'éloigne pas indéfiniment parce qu'à mesure que grandit la région plane, l'angle au sommet de la surface convergente va en augmentant. On conçoit ainsi que la région 1 croissant et la région 3 restant comme fixe, on puisse faire disparaître la région 2. L'expérience vérifie sans peine ces conclusions.

La nécessité absolue de l'homogénéité de la substance solide renfermant le liquide se trouve encore démontrée par la remarque suivante : L'appareil dont je me suis servi dans le courant de l'année dernière a été pendant les vacances abandonné sur une table de mon laboratoire. Le soleil très chaud des mois d'août et de septembre a agi sur l'une des lames que j'ai retrouvée présentant des plissements nombreux malgré la tension primitive. J'ai dû, pour répéter mes expériences même avec les tensions les plus fortes, remplacer la lame altérée.

APPENDICE

Durant le cours de ces recherches, j'ai constaté certaines particularités acoustiques que je vais indiquer rapidement.

I. — En relation avec les perturbations qui peuvent accompagner l'émission d'un son brusque, on peut mentionner l'expérience suivante: prenons un tube

Digitized by Google

de verre cylindrique, ouvert aux deux bouts et fermons avec le doigt, par un choc brusque, une des deux ouvertures, il se produira un son. La hauteur de ce son ne sera pas la même dans un tuyau légèrement conique suivant que l'on agira sur l'une ou l'autre ouverture, et le son baissera beaucoup à cause des frottements que l'onde éprouve, quand le choc se produira sur l'ouverture la plus grande.

Par résonance, au moyen d'un diapason, on ne constate aucune différence. Nous verrons plus loin un nouvel exemple de perturbations analogues.

II. — En cherchant à me rendre compte du pouvoir absorbant pour le son des différentes substances solides, j'ai été amené à étudier l'effet de lames de laiton courbées en forme de miroirs sphériques.

1° Si l'on place un timbre au centre d'un miroir concave, on constate que le son augmente d'intensité quel que soit le rapport de la longueur d'onde et du rayon de courbure. Une flamme sensible placée en un point quelconque d'un laboratoire spacieux, même derrière le miroir et pour des distances considérables, éprouve les rabattements les plus marqués, lorsque le timbre est placé au centre du miroir (1).

2° Un tuyau sonore, en communication avec une soufflerie, dont l'ouverture est placée normalement à l'axe dans la région centrale, donne un effet inverse de celui constaté avec le timbre. L'intensité n'est pas seule altérée, mais aussi la hauteur du son rendu.

3° Si on fait parler le tuyau par résonance au lieu d'employer un courant d'air, on ne constate plus aucune action du miroir.

III. — Revenons enfin, en terminant, sur les expériences d'Hazech, faites avec une lentille biconcave comme celle que j'ai employée, renfermant un liquide pour milieu réfringent, mais dans lesquelles l'oreille servait à rechercher l'existence d'un foyer.

Il n'est pas nécessaire, dans ces conditions, que les rayons sonores suivent les lois de la réfraction, pour observer une région où l'intensité sera maximum. Si, en effet, l'oreille est placée à peu près au centre de courbure, on voit que des réflexions successives des rayons émis normalement par la surface vont pouvoir se produire entre la membrane considérée comme corps sonore et la tête de l'observateur; il pourra donc y avoir renforcement du son.

J'ai pu constater qu'il en était bien ainsi en me servant d'une lentille biconcave de cuivre, encastrée dans un mur, remplie ou non d'eau, c'est-à-dire dans des conditions bien différentes au point de vue de la réfraction.

(1) Savart (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, 71), a déjà fait remarquer que les surfaces planes ont la propriété de renforcer un son formé par un corps vibrant situé à une distance déterminée en relation avec la longueur d'onde.

Digitized by Google

M. Albert DESPIERRES

à Paris.

SUR UN COMPOSÉ PHOSPHAZOTÉ

— Séance du 10 août 1894 —

Le phosphobenzol de formule $C^6H^5 — P = P — C^6H^5$ (que nous dénommerons benzène-phosphobenzène), étudié par MM. Kœhler et Michaelis, s'obtient en faisant tomber goutte à goutte de la phénylphosphine dans du chlorure de phosphényle. — Sa formule n'est autre que celle du premier azoïque connu, découvert en 1834 par Mitscherlich, l'azobenzol, ou mieux le benzène-azobenzène, dans lequel l'azote est remplacé par du phosphore.

Ce dernier est cristallisé en prismes rhomboïdaux rouges ; celui-là est une poudre jaune fusible à 150 degrés cristallisant par refroidissement.

J'ai cru qu'il serait intéressant d'obtenir un composé analogue, de formule mixte, un azoïque, en un mot, dans lequel un seul atome d'azote serait remplacé par un atome de phosphore :

$$C^6H^5 — Az = P — C^6H^5.$$

Une fois en possession de ce corps phosphazoté, il n'y aurait plus qu'à s'élever dans la série pour obtenir, après le benzène-phosphazobenzène, le benzène-phosphazotoluène, le toluène-phosphazobenzène, etc. ; on ne saurait omettre de dire, en effet, si l'atome d'azote est ou non l'atome d'élection du groupement aromatique le plus riche en carbone.

La préparation du benzène-phosphobenzène nécessite la production de chlorure de phosphényle ; celle du benzène-azobenzène se fait en partant de l'aniline : il était donc tout naturel de faire réagir ces deux composés l'un sur l'autre :

$$C^6H^5PCl^2 + C^6H^5AzH^2 = C^6H^5 — P = Az — C^6H^5 + 2Cl.$$

J'ai été loin de rencontrer dans mes expériences la simplicité de ces prévisions théoriques.

Digitized by Google

Avant de porter à votre connaissance mes recherches pénibles, — que vous me saurez gré de résumer, — je tiens à rendre hommage aux conseils éclairés de mon cher et illustre maître, M. Friedel ; si, au cours de mes travaux, sa bienveillante sollicitude a su dissiper des moments de découragement, je suis heureux de lui en exprimer devant vous ma plus vive reconnaissance.

Il y a deux modes principaux d'obtention du chlorure de phosphényle : tous les deux ont été décrits par M. Michaelis.

Le premier, qui consiste à faire passer un mélange de vapeurs de trichlorure de phosphore et de benzène dans un tube de porcelaine porté au rouge, exige un appareil de construction difficile ; la rupture fréquente du tube rapidement obstrué par un dépôt compact de charbon demande, vu la grande quantité de matière inflammable en ébullition, une surveillance de tous les instants. Le produit impur renferme en dissolution du phosphore très difficilement séparable.

On a recours, dans le deuxième procédé, aux mêmes produits de réaction que précédemment ; on les maintient en ébullition pendant trente-six heures au cohobateur en présence du chlorure d'aluminium.

Après trois essais malheureux, pour la raison que je vous ai signalée, j'ai dû renoncer au premier mode de préparation. Le deuxième, à deux reprises différentes, m'a fourni un résultat négatif.

J'ai supposé — les trente-six heures d'ébullition n'étant pas continues — que le composé formé sous l'action de la chaleur se détruisait en se refroidissant et demeurant longtemps à la température ambiante. J'ai refait avec mon ami, M. Nitzberg, la même opération ; nous n'avons pas été plus heureux.

C'est alors qu'au lieu d'avoir recours au benzène, il m'a semblé préférable de s'adresser au toluène et de partir par cela même du chlorure de phosphocrésyle ; et, supposant que le produit cherché pouvait rester difficilement séparable de composés aluminiques formés, nous avons traité la masse, après son laps réglementaire d'ébullition, par le rhigolène.

Le rendement fut satisfaisant. J'ai renouvelé l'expérience avec le même succès.

En possession du chlorure de phosphocrésyle, j'ai tenté la réaction que pouvait donner l'aniline avec ce composé ; c'est cette réaction qui fait aujourd'hui l'objet de ma communication.

Mais, au préalable, je demande de vous entretenir d'une expérience effectuée concurremment, suggérée par M. Friedel, qui m'a fourni un bon rendement de chlorure de phosphényle. On remédie en quelque sorte aux inconvénients signalés de la non-continuité d'ébullition.

J'indiquerai trois conditions essentielles pour la réussite de l'opération :

1° Emploi de chlorure d'aluminium extrêmement pur ;

Digitized by Google

2° Ébullition sous pression, — une vingtaine de centimètres de mercure;

3° Traitement de la masse manifestement divisée en trois couches par l'éther de pétrole de densité 0,66.

J'espère d'ici peu donner plus de détails sur cette réaction dont l'importance et l'intérêt ne vous ont pas échappé.

Voici maintenant un aperçu de la réaction de l'aniline sur le chlorure de phosphocrésyle.

J'ai fait tomber goutte à goutte, à l'aide d'un tube à brome, trois molécules d'aniline (12gr, 6) dans une molécule de chlorure de phosphocrésyle (8gr, 72) :

$$3C^6H^5AzH^2 + C^7H^7PCl^2 = 2(C^6H^5AzH^2HCl) + C^6H^5 - Az = P - C^7H^7.$$

La réaction a lieu à froid ; la combinaison est assez vive pour échauffer le ballon d'une façon notable. Il se forme une masse solide qui peu à peu se dépose : c'est du chlorhydrate d'aniline.

Finalement tout se prend en une masse jaunâtre. J'ai chauffé ce magma compact jusqu'à l'ébullition. Il est à noter que l'ébullition accompagne la fusion ; en effet, l'aniline — car il en est en excès — bout à 182 degrés, tandis que le chlorhydrate d'aniline fond à 192 degrés. Après refroidissement, j'ai dissous le chlorhydrate d'aniline dans l'eau bouillante, et j'ai repris la masse par ce dissolvant un grand nombre de fois.

Le benzène-azobenzène et le benzène-phosphobenzène seraient séparés dans ces conditions.

Le résidu dissous dans la benzine, évaporé dans le vide, a été repris par l'alcool chaud qui a laissé déposer au bout de quelques heures une poudre jaune très friable, à odeur rappelant celle des phosphines aromatiques.

L'analyse a démontré que ce nouveau corps renfermait de l'azote et du phosphore : 8,9 0/0 du premier et 10 0/0 du second.

Les proportions théoriques relatives au benzène-phosphazobenzène devaient être 6,7 et 14,5. — J'attribue au composé la formule :

$$H^3C - C^6H^4 - P < \begin{array}{l} H \\ | \\ Az - C^6H^5 \\ Az - C^6H^5 \\ | \\ H \end{array}$$

conforme au résultat de l'analyse.

Je rappelle les chiffres de l'analyse 8,9 et 10 ; la théorie donne, pour la formule ci-dessus, 9,1 et 10,1.

Dois-je regretter d'être tombé sur un composé phosphodiazoté ? Le point essentiel, le point important était d'obtenir un corps renfermant de

Digitized by Google

l'azote et du phosphore intimement soudés entre eux, unissant par leurs valences restées libres des groupements aromatiques.

Je regrette de ne soumettre à l'appréciation de la Section que cette faible contribution à l'étude des dérivés phosphazotés, étude pour laquelle j'ai trouvé cette année près de vous un appui précieux. J'ose espérer que le résultat de mes recherches poursuivies dans cette voie nouvelle sera accueilli par vous avec toute la bienveillance que vous n'avez cessé de me témoigner.

M. G. PERRIER

Chef des Travaux chimiques à la Faculté des Sciences de Caen.

COMBINAISONS DOUBLES DES CHLORURES ANHYDRES D'ALUMINIUM ET DE FER AVEC UN CERTAIN NOMBRE DE COMPOSÉS ORGANIQUES

— Séance du 10 août 1894 —

En 1850, Klein (1) montra le premier que le chlorure ferrique anhydre se combinait à l'acide cyanhydrique et au chlorure de cyanogène pour donner les corps : Fe^2Cl^6, 2HCy ; Fe^2Cl^6, 2CyCl.

Onze ans plus tard, Nicklès (2) obtint les éthers bromo aluminique et bromo ferrique.

En 1885, M. Gustavson (3) signala des combinaisons liquides de bromure et chlorure d'aluminium et de benzine, mais ces composés étaient mal définis.

MM. Friedel et Crafts, dans leur second mémoire : *Sur une nouvelle méthode générale de synthèse des combinaisons aromatiques* (4), montrèrent qu'ils renfermaient de l'oxygène, et émirent en même temps, pour expliquer leur féconde méthode de synthèse, l'hypothèse de la formation,

1) *Annalen der Ch. und Ph.*, t. LXXIV, p. 85.
2) *C. R.*, t. LII, p. 869.
3) *J. de la Société russe de Phys. et Chim.*, t. I, 1885.
4) *Ann. de Ch. et Phys.*, 6e série, t. XIV, p. 466.

Digitized by Google

avec élimination d'acide chlorhydrique, d'un composé intermédiaire de formule R, Al^2Cl^6, R étant un résidu d'hydrocarbure.

M. A. Combes, en 1887 (1), et l'abbé Hamonet, en 1889 (2), étudièrent des combinaisons, avec élimination d'acide chlorhydrique, de chlorures d'acides gras et de chlorure d'aluminium et de fer.

M. Genvresse, en 1888 (3), combina molécule à molécule l'acétonitrile et ses dérivés chlorés avec le chlorure d'aluminium.

Enfin, M. Auger (4), MM. Gattermann et Rossolymo (5) et MM. Gattermann, Ehrardt et Maisch (6) ont mentionné des combinaisons doubles de chlorure d'aluminium et de composés organiques ; combinaisons qu'ils n'ont pas isolées.

On voit donc, par ce court historique, que la question était à peine étudiée lorsque nous avons signalé, M. Louïse et moi (7), une combinaison bien cristallisée de benzoyle Rétène et de chlorure d'aluminium.

Cette combinaison, dont nous n'avions pas donné la composition, m'a amené à chercher si toutes les acétones et d'autres fonctions simples ou mixtes étaient capables de donner des résultats analogues. Les expériences ont confirmé mes prévisions et j'ai pu combiner le chlorure d'aluminium à presque toutes les fonctions chimiques, acétones, chlorures d'acides, acétones-phénols, éthers, amines-amides, etc., etc.

La préparation de tous ces composés, bien que différant par des détails, particuliers à chacun d'eux, peut se décrire de la façon suivante :

Deux molécules du corps considéré (acétone, chlorure d'acide, etc.), sont mises en solution dans le sulfure de carbone ; on y ajoute une molécule de chlorure d'aluminium anhydre, récemment préparé, et on chauffe à l'ébullition, au bain-marie et au réfrigérant ascendant pendant un temps variable pour chaque combinaison. Pendant cette ébullition, il se dégage toujours des traces d'acide chlorhydrique dues à la dissociation partielle d'une petite quantité du composé dans le sulfure de carbone. Si la combinaison formée est soluble dans le sulfure de carbone et si celui-ci est en proportion convenable, elle cristallise par refroidissement dans le ballon où elle a été préparée. Si elle est insoluble, tantôt elle reste à l'état de poudre cristalline, tantôt à l'état d'huile se concrétant par refroidissement, mais ayant des tendances à la surfusion.

La combinaison peut également s'effectuer en l'absence de sulfure de carbone, mais une assez forte chaleur étant nécessaire pour compléter la réaction, une partie du produit se décompose.

(1) Thèse, Paris, 1887.
(2) Thèse, Paris, 1889.
(3) *B. S. Ch.*, t. XLIX, p. 341.
(4) Thèse, Paris, 1890.
(5) *Berichte*, t. XXIII, p. 1190.
(6) *Berichte*, t. XXIII, p. 1199.
(7) *C. R.*, 7 juin 1892.

Digitized by Google

Lorsqu'il s'agit de corps pouvant s'obtenir par la méthode de MM. Friedel et Crafts, il suffit de partir des composants pour obtenir la combinaison double.

Si, par exemple, sur deux molécules de Rétène et deux molécules de chlorure de benzoyle en solution dans le sulfure de carbone, on fait agir une molécule de chlorure d'aluminium, on obtient le même composé rouge et cristallisé que par l'action directe du benzoyle Rétène sur le chlorure d'aluminium, seulement il y a élimination d'acide chlorhydrique comme l'indique la réaction suivante:

$$2(C^{18}H^{16}) + 2(C^{6}H^{5}COCl) + Al^{2}Cl^{6} = [C^{18}H^{17} - CO - C^{6}H^{5}]^{2}Al^{2}Cl^{6} + 2HCl.$$

Toutes les combinaisons doubles obtenues par l'une de ces trois méthodes sont pour la plupart cristallisées et de couleurs variables : rouges, jaunes, vertes, etc. Elles sont très altérables à l'air humide et se dissocient également dans l'air sec et l'azote; elles ne sont stables que dans l'acide chlorhydrique sec. Les liquides qui n'agissent pas chimiquement sur elles, tels que le sulfure de carbone, le tétrachlorure de carbone, etc., les dissocient partiellement s'ils ne sont pas saturés d'acide chlorhydrique.

L'alcool absolu les dissout en les décomposant en leurs éléments (corps organique, et chlorure d'aluminium.) L'eau agit sur elles souvent avec violence, séparant le composé organique et le chlorure d'aluminium qui reste en solution, plus ou moins dissocié, mais dont on retrouve les éléments. Cette décomposition effectuée en tube scellé permet de fixer la composition de tous ces corps. Ils répondent à la formule R^{2}, $Al^{2}Cl^{6}$, où R représente une acétone, un chlorure d'acide, un éther, etc., etc.

Ces combinaisons permettent, dans l'application de la méthode de MM. Friedel et Crafts, de réduire considérablement la durée de l'opération. Par exemple, dans les synthèses d'acétones. En combinant tout d'abord le chlorure d'acide au chlorure d'aluminium, et ajoutant à cette combinaison en solution dans le sulfure de carbone bouillant le carbure dissous également dans le sulfure de carbone, on obtient le même rendement et souvent un rendement supérieur, en dix fois moins de temps que par le procédé ordinaire.

Elles ont également l'avantage de produire une séparation facile des divers composés isomériques qui se forment dans la réaction. Le chlorure d'aluminium semble, en effet, accorder sa préférence à certains d'entre eux pour former des combinaisons peu solubles dans le sulfure de carbone et facilement cristallisables. Ces combinaisons, traitées par l'eau, abandonnent alors le composé organique presque pur. C'est ainsi que j'ai pu isoler un des nombreux benzoyles Rétène qui peuvent se former dans l'action du chlorure de benzoyle sur le Rétène en présence du chlorure d'aluminium.

Digitized by Google

Le perchlorure de fer anhydre m'a donné, comme le chlorure d'aluminium, des combinaisons cristallisées. Je ne les ai pas encore étudiées, mais elles répondent vraisemblablement à la formule $R^2Fe^2Cl^6$, R désignant une acétone, un chlorure d'acide, etc.

L'étude de tous ces composés, dont je viens de donner un court exposé, a été effectuée au laboratoire de chimie de la Faculté des Sciences de Caen.

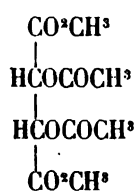
M. Paul FREUNDLER

Docteur ès sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR LE POUVOIR ROTATOIRE DES CORPS DISSOUS (1)

— Séance du 13 août 1894 —

J'ai présenté, il y a quelques mois, à la Faculté des Sciences de Paris, une thèse sur la dissymétrie moléculaire, dans laquelle j'avais cherché à développer les lois énoncées par M. Ph.-A. Guye (2), et à les appliquer à la série tartrique, plus particulièrement aux éthers tétrasubstitués du type du diacétyltartrate de méthyle :



Dans le cours de ces recherches, j'ai eu l'occasion d'effectuer un nombre considérable de mesures de pouvoir rotatoire dans différents dissolvants, et ces mesures m'ont amené à formuler certaines relations que j'exposerai tout à l'heure.

La question du pouvoir rotatoire des corps dissous est encore aujour-

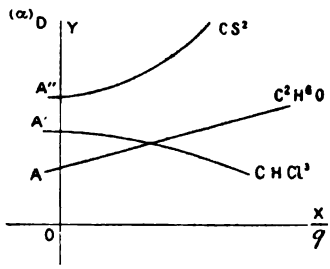
(1) Travail fait au Laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences de Paris.
(2) Professeur à l'École de Chimie de Genève.

Digitized by Google

d'hui fortement discutée, quoiqu'un grand nombre d'auteurs s'en soient occupés. Sans refaire un historique complet, je crois donc nécessaire d'exposer l'état actuel du sujet.

Biot est un des premiers qui ont constaté l'influence des dissolvants sur le pouvoir rotatoire des corps dissous. Pour l'expliquer, il a admis la formation de *combinaisons moléculaires*, en proportion variable avec la concentration, et dont l'existence serait révélée par des points singuliers de la courbe de variation de $(\alpha)_D$ (1). Biot a même eu l'idée très remarquable que les mesures de pouvoir rotatoire pourraient servir à connaître l'état d'équilibre interne d'une solution. Outre ces combinaisons, on a mentionné encore l'existence de phénomènes de *polymérisation* et de *dépolymérisation* en solution.

Mais ces deux phénomènes ne suffisent pas à expliquer les variations de l'activité optique. En effet, d'après l'hypothèse de Biot, la valeur de $(\alpha)_D$ est une fonction $f(q)$ de la dilution. J'appelle q le poids de dissolvant contenu dans 100 grammes de solution. Cette fonction doit satisfaire à la condition suivante : de tendre vers une valeur constante A lorsque q devient très petit, A étant le pouvoir rotatoire spécifique du corps actif pur. J'écris donc :



$$(\alpha)_D = A + f(q).$$

Il est évident que A devrait être indépendant du dissolvant. On peut le calculer par extrapolation au moyen des chiffres de $(\alpha)_D$ fournis par diverses concentrations. Mais si l'on représente ces variations par des courbes, en portant les valeurs de q en abscisses, et celles de $(\alpha)_D$ en ordonnées, au lieu d'avoir un point d'intersection commun de toutes les courbes avec l'axe OY, on obtient plusieurs points A, A', A'' plus ou moins distants les uns des autres.

Pour expliquer ces anomalies, MM. Oudemans et Landolt ont supposé que le dissolvant exerce une action spécifique sur la substance dissoute. Par suite, à chaque dissolvant correspond une valeur spéciale de A.

Parmi les exemples que ces savants ont cités à l'appui de leur manière de voir, plusieurs ont été discutés par M. A. Aignan, professeur à la Faculté de Mont-de-Marsan. Parmi ces exceptions, les unes étaient simplement dues à des combinaisons moléculaires que M. Aignan a pu isoler à l'état cristallisé, les autres pouvaient fort bien s'expliquer par une dissociation partielle de ces mêmes combinaisons.

(1) $(\alpha)_D$ est le pouvoir rotatoire spécifique, c'est-à-dire la déviation fournie par une colonne d'un décimètre, renfermant un gramme de substance, et en lumière jaune du sodium.

Digitized by Google

Il manquait néanmoins une démonstration générale de la loi de Biot, aussi ai-je cherché une méthode accessible dans tous les cas, et je me suis adressé pour cela à la cryoscopie.

Quelques mots d'abord au sujet de l'action des dissolvants sur les éthers tartriques tétrasubstitués. Ces derniers sont presque tous liquides; ils ne sont pas polymérisés à la température ordinaire. On peut donc déterminer leur pouvoir rotatoire réel.

Les dissolvants oxygénés (alcool, acétone, éther) n'altèrent que peu le chiffre de $(\alpha)_D$.

Le sulfure de carbone fait croître ce chiffre d'une façon prodigieuse, et toujours positivement. Ainsi l'exemple le plus typique est fourni par le *diisovaléryltartrate de méthyle* dont le pouvoir normal est — 13°,9, et dont la solution sulfocarbonique (5 0/0) fournit le chiffre + 18°,7.

Enfin, les carbures aromatiques (benzène, toluène) et les dissolvants halogénés (sauf le bromure d'éthylène) abaissent très sensiblement le chiffre de $(\alpha)_D$. Le même diisovaléryltartrate fournit pour $(\alpha)_D$ en solution dans le benzène : — 18°,7 et dans le bromoforme : — 17°,0.

Le sulfure de carbone étant le seul dissolvant qui agisse en sens inverse, je ne m'en suis pas occupé plus à fond, et j'ai préféré étudier spécialement l'action des dissolvants du dernier groupe.

Cette action est d'autant plus prononcée que la molécule du dissolvant renferme moins de carbone et plus d'atomes de chlore, de brome ou d'iode. J'ai observé toutefois un maximum d'intensité avec les solvants du type R.CH (Cl^3, Br^3). De plus, le chlore agit moins fortement que le brome, mais beaucoup plus que l'iode. La seule exception est fournie par le bromure d'éthylène qui n'altère pas sensiblement le pouvoir rotatoire des éthers tartriques à radicaux substitués de la série grasse.

Parmi tous ces dissolvants, dont l'action plus ou moins accentuée semble absolument homogène, le benzène seul est susceptible de se prêter aux mesures cryoscopiques. Comme il ne s'agit ici que de corps neutres à fonction *éther*, on ne sera pas sujet à rencontrer la série d'anomalies que M. Raoult a signalées dans plusieurs cas, lorsqu'il a fait des déterminations cryoscopiques dans le benzène.

Le bromure d'éthylène, d'autre part, peut être choisi comme type des dissolvants sans action sur le pouvoir rotatoire.

J'ai donc opéré principalement avec ces deux solvants, mais j'ai fait de plus un certain nombre d'expériences avec le nitrobenzène et l'acide acétique. Les résultats ont été absolument concordants et peuvent s'énoncer de la façon suivante :

Les dissolvants qui n'altèrent pas le pouvoir rotatoire d'une façon appréciable fournissent des chiffres cryoscopiques normaux du poids moléculaire.

Digitized by Google

Les dissolvants qui altèrent ce pouvoir fournissent, par contre, des chiffres cryoscopiques anormaux.

Ces relations ont été vérifiées sur des substances autres que les éthers tartriques. De plus, d'après un savant allemand, M. Sule, on les retrouve lorsqu'on fait des déterminations ébullioscopiques.

Elles ont une grande importance au point de vue pratique, parce qu'elles permettront de connaître le pouvoir réel d'une substance solide, et de choisir parmi les différents chiffres qu'on obtient lorsqu'on emploie plusieurs dissolvants.

Au point de vue théorique, ces relations ont encore plus d'importance. En effet, les anomalies cryoscopiques nous révèlent que la dissolution est le siège de phénomènes moléculaires, combinaisons, dissociation, etc., coïncidant avec une altération du pouvoir rotatoire. Elles sont donc une confirmation générale de la loi de Biot qui dit : *qu'en l'absence de toute action chimique, le pouvoir rotatoire d'un corps dissous est indépendant du dissolvant et de la concentration.*

Est-ce à dire que les actions spécifiques soient absolument nulles? Je crois que l'on n'a pas le droit de les nier complètement; mais en tout cas elles sont d'ordre négligeable vis-à-vis des erreurs d'expériences et des autres altérations dues aux phénomènes internes qui se passent dans la solution.

Des relations que je viens d'établir, on peut tirer une conséquence très simple, qui devra être vérifiée expérimentalement. Il est évident que la proportion de composé moléculaire formé (ou dissocié) va varier avec la quantité de corps dissous. Par conséquent, la concentration influera sur le pouvoir rotatoire, lorsque ce dernier sera altéré par le dissolvant. Dans le cas contraire, on devra (avec le bromure d'éthylène, par exemple) observer le pouvoir normal à toutes les concentrations. Enfin, dans le premier cas, plus la concentration sera grande, plus le chiffre observé se rapprochera de la valeur normale.

J'ai vérifié qu'il en était ainsi, au moins dans le cas des éthers tartriques, et voici quelques chiffres qui permettront de s'en rendre compte :

I. — *Solution de dicaproyltartrate de propyle dans le benzène.*

C[1]	$(\alpha)_D$
1,540	— 5°,4
5,453	— 4°,3
10,832	— 3°,6
19,585	— 2°,0
Pouvoir normal	+ 2°,2

(1) C'est le poids de substance dissoute dans 100 grammes de dissolvant.

Digitized by Google

II. — *Solution de dipropionyltartrate de propyle dans le bromure d'éthylène.*

C	$(\alpha)_D$
2,10	+ 5°,2
6,0085	+ 5°,4
11,5975	+ 5°,5
Pouvoir normal	+ 5°,6

La règle que je viens d'établir est donc nettement vérifiée. Elle permettra, plus facilement que la cryoscopie ou l'ébullioscopie, de déterminer le pouvoir rotatoire réel d'un corps solide. Il suffira, en effet, de faire deux mesures de pouvoir rotatoire à deux concentrations différentes, et de voir si les deux valeurs ainsi obtenues sont ou non concordantes.

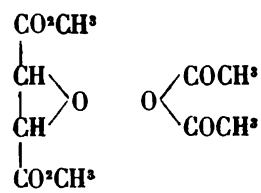
Un dernier point me semble mériter un peu plus d'attention, c'est la *régularité d'action* des dissolvants sur les divers éthers tartriques d'une même série diacétylée, dipropionylée, etc. Voici, par exemple, les pouvoirs rotatoires fournis par les solutions alcooliques et chloroformiques des diacétyltartrates d'éthyle, de propyle, de butyle normal.

	DIACÉTYLTARTRATES		
	d'éthyle	de propyle	de butyle
Alcool (1) . . .	+ 0°,1	+ 10°,4	+ 8°,2
Benzène	— 10°,3	+ 1°,2	— 2°,2
Diminution. . .	10°,4	9°,2	11°,0

On le voit, cette diminution est une quantité à peu près constante.

De même, dans la série des dipropionyltartrates on trouve des diminutions successives de 8°,1 ; 8°,4 ; 7°,9, etc. L'égalité est encore plus frappante.

J'ai été amené, à la suite de diverses considérations, à admettre (2) que le phénomène qui se passe dans ces solutions est un phénomène de dissociation ; l'éther tartrique se scinderait en une sorte d'oxyde et en anhydride d'acide :



(1) Les diacétyltartrates étant pour la plupart solides, je donne leur pouvoir rotatoire en solution dans l'alcool qui n'altère pas le chiffre de $(\alpha)_D$.

(2) *Bull. Soc. Chim.*, juillet 1892.

Digitized by Google

Il s'ensuit que, dans une série qui renferme le même radical acide, l'altération du pouvoir rotatoire devra être à peu près constante. Or, on voit que cette égalité d'action se traduit non pas par une variation d'*une même fraction* du pouvoir primitif, comme on l'admet généralement, mais par la soustraction ou l'addition d'*une quantité égale en valeur absolue.*

Qu'en résulte-t-il ? Que le zéro du pouvoir rotatoire n'est qu'une simple origine arbitraire, très commode à cause des inverses optiques, mais non pas une sorte de point anguleux à partir duquel la courbe remonterait à droite comme à gauche.

Ceci a une certaine importance, aujourd'hui que l'on s'occupe beaucoup des variations du pouvoir rotatoire des liquides causées par la température. Jusqu'à présent, ce ne sont guère que les corps à fonction alcoolique ou acide qui varient dans de larges limites : ainsi le tartrate d'éthyle passe entre — 26° et 100° de + 40′ à + 13° ; les corps à fonction éthérée, au contraire, varient très peu, c'est-à-dire d'un demi-degré au plus dans les mêmes conditions.

L'oxyde d'isobutylamyle, qui varie de + 40′ à + 1°,20′ entre les mêmes limites de température, était considéré comme faisant exception à cette règle, car on disait qu'il variait du simple au double. Il rentre dans le cas général si on considère la variation absolue de 40′ à 1°,20′, soit 40 minutes.

Remarquons que cette nouvelle acception des variations du pouvoir rotatoire est complètement d'accord avec les théories de M. Guye. Il est évident qu'une même action produira toujours sensiblement le même déplacement du centre de gravité, mais ce déplacement pourra avoir lieu aussi bien près du zéro qu'à une certaine distance. On n'aura jamais l'idée de considérer le rapport de ce déplacement à la distance primitive au plan de symétrie.

Le raisonnement que je viens de faire n'est, du reste, qu'une première approximation. Il faudrait considérer aussi les déplacements du centre de gravité vis-à-vis des autres plans de symétrie primitifs. Néanmoins, ces derniers se compensent partiellement et peuvent être négligés en comparaison du déplacement qui a lieu dans la direction de la masse qui a varié.

Cette étude est loin d'être achevée, et j'espère pouvoir la poursuivre ; je crois cependant avoir tranché la question de l'action des dissolvants sur le pouvoir rotatoire en faveur de la théorie de Biot.

Digitized by Google

M. SIEUR

Secrétaire de la Commission météorologique des Deux-Sèvres, à Niort.

NOTE SUR DES OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ANCIENNES FAITES DANS LES DÉPARTEMENTS DES DEUX-SÈVRES ET DE LA VIENNE

— Séance du 10 août 1894 —

En réponse à la question posée à notre Section (1), j'ai l'honneur de faire la communication suivante :

Dans le département des Deux-Sèvres, les observations météorologiques remontent à l'année 1802. Elles se divisent en trois périodes : la première de 1802 à 1842; la deuxième de 1842 à 1863; la troisième de 1863 à 1894.

Les observations de la première période ont été faites, à Niort, par le Dr Guillemeau qui les a consignées dans une brochure éditée en 1845 sous ce titre : *Météorologie élémentaire à l'usage des habitants des départements de l'ouest et pays circonvoisins.*

Pendant quarante ans, le docteur niortais a fait des observations régulières sur la température, la pluie, les orages, la végétation et les animaux. — C'était un observateur zélé et un grand ami de la « science du temps », comme le prouvent ces lignes qui servent de dédicace à sa brochure :

« Les médecins comme les physiciens, les agriculteurs et tous ceux qui sont charmés de se bien porter doivent faire leur étude de tous les jours, des grands phénomènes de la nature... Hippocrate, Aristote et tous les savants de l'antiquité se livraient aux études météorologiques. Je déclare que cette science (la météorologie) est utile aux agriculteurs, aux médecins et à tous ceux qui désirent vivre longtemps. » Si l'on observe que Guillemeau a vécu jusqu'à l'âge de quatre-vingt-trois ans, on peut dire que sa conclusion est justifiée! — D'ailleurs au Congrès de Paris, en septembre 1889, le savant directeur de l'Observatoire du parc Saint-Maur nous a tenu le même langage : « On vit longtemps, Messieurs, en s'occupant de météorologie, nous disait M. Renou, alors âgé de soixante-quinze ans. »

Je ne m'attarderai point à discuter les théories de Guillemeau sur les grands phénomènes de l'atmosphère. Je passerai également sous silence les curieux pronostics contenus dans son livre et basés sur l'influence des planètes et des étoiles fixes. Je dirai seulement quelques mots des ins-

(1) Voir première partie, p. 133.

Digitized by Google

truments employés par cet ardent météorologiste, qui était en même temps un correspondant assidu de l'Académie de Médecine.

Pour observer la pression atmosphérique, Guillemeau avait un baromètre Torricelli; pour la température, il se servait d'un thermomètre à mercure, portant la graduation Réaumur. Son pluviomètre consistait « en un vase carré en fer-blanc, de 33 centimètres de côté; un tuyau était adapté à son fond afin de conduire l'eau tombée dans un second vase dont la superficie égalait le quart de celle du premier... mon atmomètre ou atmidomètre (lisez évaporomètre) est tout simplement un vase rond en fonte ayant 66 centimètres de circonférence et 8 centimètres de profondeur ». Ces instruments étaient installés à la villa Foucaud, bâtie sur un îlot de la Sèvre, dans le quartier bas de la cité niortaise. A notre avis, cette installation était mal choisie, la position était tout à fait défectueuse. Ainsi s'explique sans doute la différence des résultats obtenus par Guillemeau avec ceux de la Commission départementale que j'ai l'honneur de représenter au Congrès. Toutefois, malgré l'imperfection des appareils qui ont servi au vieux docteur et malgré les objections qu'on peut faire sur leur installation, je crois qu'il est utile de signaler les travaux de ce travailleur infatigable qui est mort chargé d'ans, en 1853. Un tableau assez intéressant est le suivant, qui contient les températures extrêmes de l'année 1802 à l'année 1841.

OBSERVATIONS THERMOMÉTRIQUES FAITES A NIORT PAR LE Dr GUILLEMEAU

(1802-1841)

(Températures maxima et minima de l'Année).

Années	Thermomètre Réaumur maxima	Thermomètre Réaumur minima	Années	Thermomètre Réaumur maxima	Thermomètre Réaumur minima
1802	25°	— 10° ½	1822	30°	— 7°
1803	25° ¼	— 7° ½	1823	29°	— 10°
1804	28°	— 3° ½	1824	31°	— 5° ½
1805	25° ¾	— 8° ¾	1825	33° ½	— 4° ½
1806	24° ½	— ¾	1826	33° ½	— 7° ½
1807	25° ¼	— 4° ¼	1827	30° ½	— 10° ½
1808	27° ½	— 10°	1828	27° ¼	— 4°
1809	25° ½	— 3° ¾	1829	27° ¾	— 13° ½
1810	24° ½	— 5°	1830	29° ¾	— 12°
1811	24° ½	— 7° ½	1831	27° ½	— 6°
1812	23° ¾	— 8°	1832	30°	— 5° ½
1813	23°	— 6°	1833	29° ¼	— 5° ½
1814	25°	— 5° ½	1834	27°	— 4°
1815	23° ½	— 7° ¾	1835	29° ¼	— 8°
1816	22° ¾	— 7° ½	1836	31°	— 8° ½
1817	23° ¾	— 6°	1837	29°	— 7° ½
1818	26° ¾	— 4° ½	1838	27° ¼	— 10° ½
1819	25° ½	— 4°	1839	26° ½	— 7° ½
1820	25° ½	— 11° ¾	1840	27° ½	— 12° ½
1821	27° ½	— 4°	1841	25°	— 5° ½

Digitized by Google

Un coup d'œil jeté sur les chiffres de ce tableau nous apprend que le maximum absolu de température, 41 degrés centigrades pendant cette longue période, s'est produit le 22 juillet 1825. Le minimum absolu — 17 degrés C. a été noté le 27 décembre 1829. A la place des températures extrêmes il eût été plus utile de nous donner les moyennes mensuelles et annuelles.

Il est regrettable que Guillemeau ne l'ait pas compris; son livre contient donc une grosse lacune !

En ce qui concerne les observations pluviométriques de la même période 1802-1841, j'ai dû traduire en hauteur de colonne d'eau les volumes indiqués par Guillemeau. Cette traduction m'a fourni la moyenne pluviométrique $0^m,490$ comprise entre le maximum $0^m,781$ de l'année 1838 et le minimum $0^m,304$ de 1835. Peut-on admettre comme rigoureusement exacts les chiffres ci-dessus? Je ne le crois pas : ils s'écartent trop de la moyenne $0^m,790$ obtenue pendant la période 1862-1890. L'erreur provient évidemment de la difficulté de traduction de la surface du pluviomètre. Guillemeau, en nous disant que son instrument avait une circonférence de 33 centimètres, aurait dû préciser davantage. S'agit-il de la circonférence extérieure ou de la circonférence intérieure? J'ai accepté, dans mes calculs, la seconde hypothèse, ne pouvant faire autrement. Il est à peu près certain que le vieux docteur a négligé l'épaisseur de la paroi de son pluviomètre et qu'il a voulu dire que la longueur de circonférence (33 centimètres) s'appliquait à l'extérieur. S'il en est ainsi, la colonne d'eau indiquée plus haut doit être augmentée.

En résumé, les observations pluviométriques de Guillemeau sont aussi défectueuses que les observations thermométriques.

En dehors des tableaux contenus dans son livre le docteur niortais a publié des notes curieuses dans l'*Annuaire de la Société de statistique des Deux-Sèvres*. Elles sont trop longues pour les reproduire ici; néanmoins, je crois pouvoir en donner une idée en transcrivant les notes de l'an X, les voici *in extenso :*

« Nous avons eu, durant l'an X, de grands froids, des grandes chaleurs, des pluies abondantes et une grande sécheresse. Le jour le plus chaud de l'année a été le 27 thermidor (14 août); ce jour-là entre 2 et 3 heures de l'après-midi le thermomètre Réaumur s'éleva à 25 degrés à l'ombre. Le jour le plus froid a été le 27 nivôse (16 janvier) où le mercure est descendu à 10 degrés et demi au-dessous de zéro.

» Le maximum du baromètre a été de 28 pouces 2 lignes et demie le 26 nivôse (15 janvier) et le minimum 27 pouces 1 ligne (18 janvier).

» Les jours les plus secs de l'année ont été les 26, 27 et 29 prairial (14, 15 et 17 juin), durant lesquels l'hygromètre à corde de chanvre descendit à 16 pouces 6 lignes et demie.

Digitized by Google

» La journée la plus humide a été celle du 1er pluviose (20 janvier), pendant laquelle l'hygromètre a marqué 11 pouces, 3 lignes.

» L'automne de l'an X fut assez favorable à l'agriculture : les pluies de vendémiaire aidèrent l'emblavaison; mais celles du mois suivant firent pulluler une infinité de limaces qui nuisirent aux *hortalages*. Le nombre des mulots et campagnols, dans certains cantons, fut prodigieux en frimaire.

» L'hiver se comporta bien : les grands vents des équinoxes firent seulement un peu souffrir les blés.

» Au printemps, les gelées du 24 germinal (11 avril) et des 26 et 28 floréal (15 et 17 mai) firent beaucoup de mal aux vignes; les prairies restèrent faibles et sans végétation.

» L'été fut favorable pour couper et battre le blé! Les petites pluies qui ont accompagné la fin de messidor (15 au 20 juillet) ont fait croître un regain abondant; mais la longue sécheresse qui leur a succédé a détruit toutes les espérances. »

Cette longue citation nous prouve que Guillemeau n'était point un météorologiste amateur; il s'intéressait à tous les phénomènes de l'atmosphère. S'il avait eu à sa disposition les instruments perfectionnés que nous possédons aujourd'hui, le livre qu'il nous a laissé aurait une grande valeur.

Je trouve, dans ses notes de l'an XII, un autre passage assez intéressant pour être signalé, le voici :

« Sur les frontières du département, près Saint-Maixent, une mule est née en thermidor (19 juillet-17 août) avec du poil dans un œil, ce poil planté très épais garnit plus de la moitié de la cornée *lucide* et la moitié de l'opaque, du côté du grand angle. Il est gros, ferme comme le poil des cils, de la longueur de 8 à 10 lignes et très adhérent. L'animal ne voit point quoique du reste l'œil soit bien conformé. L'autre œil est beau, clair, très bien conformé et cependant il est également privé de la faculté de la vue et il a un mouvement continuel de rotation sur son axe. »

Les détails dans lesquels est entré Guillemeau pour nous décrire cette anomalie physiologique se retrouvent dans presque toutes ses notices. On ne peut donc reprocher au brave docteur d'être un observateur superficiel. Il a manqué de méthode, voilà tout. S'il vivait de nos jours, nous le verrions sûrement à la tête de la Commission météorologique des Deux-Sèvres; c'est au nom de cette dernière que j'ai tenu à rappeler au Congrès de 1894 l'œuvre de son précurseur.

J'allais négliger les observations barométriques de Guillemeau. L'honorable M. Teisserenc de Bort m'invitant à en parler, voici ce que je puis en dire :

Guillemeau, après avoir décrit soigneusement le baromètre Torricelli

Digitized by Google

qu'il avait entre les mains, ajoute : c'est l'action de l'air extérieur sur la surface du mercure contenu dans la cuvette qui soutient, dans le tube de verre, la colonne de vif-argent. « La grandeur de cette colonne est soumise aux influences que font naître les différentes heures du jour et de la nuit, les vents, etc... Le soir le baromètre monte jusqu'à minuit, puis redescend jusqu'au jour. La cause de cette variation est une conséquence de la position de la terre par rapport au soleil. La plus grande hauteur du mercure, en France, est de 80 centimètres (29 pouces)... et son plus grand abaissement est de 68 centimètres (26 pouces)... Communément, lorsque le baromètre baisse, il annonce que le temps va passer du beau au variable. A Niort, le terme moyen du baromètre est de 70 centimètres. En général, cette hauteur moyenne est plus élevée au printemps et en été que durant l'automne et l'hiver. Lorsque le mercure baisse au-dessous de 27 pouces 7 lignes et demie (70 centimètres) on est menacé de mauvais temps et de pluie. Les vents du nord, du nord-est et d'est font d'ordinaire monter le mercure, tandis que tous les autres le font descendre.

» Lorsqu'il règne deux vents opposés, si le vent du nord est le supérieur et le vent du sud l'inférieur, on doit s'attendre à de la pluie bien que le baromètre monte. Il arrive tout le contraire lorsque le vent du sud règne en haut et le vent du nord souffle du bas; le mercure dans le baromètre fût-il au plus bas. La descente subite du mercure au temps des grandes chaleurs présage un orage, surtout si elle est forte et rapide. En semblables circonstances, on pourrait même avoir à redouter une tempête et un tremblement de terre.

» En hiver, l'ascension du mercure annonce des froids assez vifs; s'il monte encore, neige; s'il descend, dégel. »

Nous croyons que le brave docteur a exagéré considérablement les services que peut rendre le baromètre dans la prévision du temps, même à courte échéance. Il faut une grande habitude dans les observations de cet instrument pour en tirer une conclusion vraiment sérieuse. Du temps de Guillemeau, comme aujourd'hui, le rôle du baromètre a été incompris et on ne prouve rien en voulant généraliser ses indications. En dehors des variations régulières résultant, comme le dit Guillemeau, de la position respective du soleil et de la terre, il y a des considérations locales à faire intervenir, si l'on veut faire des observations ayant quelque valeur. Dans le cas particulier qui nous occupe je n'accepte pas comme exacte la pression moyenne de $0^m,700$ donnée par Guillemeau; elle est sensiblement plus élevée. D'après nos calculs sur la période 1878-1887 la moyenne obtenue avec le baromètre Fortin, réglé en tenant compte de l'altitude, serait de $0^m,7537$.

Le continuateur immédiat des travaux de Guillemeau dans notre département est un autre médecin, le Dr Chabot (décédé en février 1887), à

Digitized by Google

Saint-Romans, près Melle. Ses observations s'étendent de 1842 à 1863. Malgré de minutieuses recherches, je n'ai pu trouver aucune indication sur les instruments qui ont servi à cet autre apôtre de la météorologie dans les Deux-Sèvres. Néanmoins, j'ai tout lieu de supposer que les chiffres donnés par Chabot sont plus exacts que ceux de son prédécesseur. En effet, d'après Chabot, la moyenne thermométrique annuelle de Saint-Romans serait de 10°,2. La moyenne pluviométrique serait de 786 millimètres. Ces deux moyennes sont en concordance parfaite avec celles obtenues par la Commission départementale, pendant la période 1862-1890. A Niort, la moyenne ou *normale thermométrique* est 10°,5 et la *normale* ou moyenne pluviométrique, 790 millimètres.

Chabot a ainsi réparti la normale pluviométrique 786 millimètres, savoir : 185 millimètres pour le printemps; 175 millimètres pour l'été; 243 millimètres pour l'automne et 177 millimètres pour l'hiver. A Niort, les quantités correspondantes sont : printemps 179 millimètres; été 159 millimètres; automne 246 millimètres; hiver 198 millimètres.

Pendant la troisième période 1862-1890 l'année la plus sèche a été celle de 1869 qui n'a fourni que 573 millimètres d'eau. Le maximum de pluie 1^{m},095, a été fourni par l'année 1885.

Je terminerai ce long résumé par des chiffres empruntés à une statistique donnée par M. Trouessard, sur des observations faites à Poitiers de 1774 à 1819. Pendant cette période le maximum thermométrique (36°,8) a été noté le 16 juillet 1793 et le minimum (20 degrés) le 31 décembre 1788. La moyenne générale a été de 11°,13. Les observations de Poitiers ont été fournies par le D^{r} De la Mazière.

De 1858 à 1869, MM. Belchamp et Sauvage ont observé la température, également à Poitiers; ils ont obtenu pour moyenne thermométrique des dix années 11°,1. Le maximum (38 degrés) a été observé le 25 juillet 1868 et le minimum (17 degrés) le 25 janvier 1868.

Une conclusion se dégage du rapprochement des observations de Poitiers et de Niort. La moyenne thermométrique de cette dernière station serait un peu inférieure à la première.

Telle est, Messieurs, ma réponse à votre question. Je crois avoir utilisé tous les matériaux laissés par nos devanciers les météorologistes des Deux-Sèvres. Il ne nous reste plus qu'à continuer l'œuvre commencée: tel sera le but de nos efforts.

Digitized by Google

M. SIEUR

Secrétaire de la Commission météorologique départementale, à Niort.

SUR LA TEMPÉRATURE DES SOURCES DU DÉPARTEMENT DES DEUX-SÈVRES

— Séance du 10 août 1894 —

Depuis mon arrivée dans les Deux-Sèvres (octobre 1880), je me suis associé activement aux travaux de la Commission météorologique, dont j'ai l'honneur d'être le délégué au Congrès. Un *Bulletin-Annuaire* a été créé en 1887 et le nombre de nos stations a été considérablement augmenté. A l'heure actuelle on peut dire que nous possédons des notions positives sur la situation météorologique du département. Au Congrès de Pau, j'ai déjà eu l'occasion de vous faire l'exposé de cette situation. Je ne reviendrai point aujourd'hui sur un sujet qui me paraît suffisamment traité. Je viens simplement le compléter en vous présentant un tableau résumant la température des principales sources qu'il m'a été donné d'observer ces dernières années. Un coup d'œil jeté sur ce tableau suffit pour montrer qu'au point de vue thermique, les eaux de nos sources sont excellentes ; elles sont, en effet, comprises entre les extrêmes 8 et 15 degrés centigrades imposés aux eaux potables. J'ajoute que les sources du calcaire ont une température sensiblement plus élevée que celles qui sortent du schiste. Enfin, j'ai pu contrôler cette assertion de M. Renou, que la température des sources est plus élevée à l'automne qu'à tout autre moment de l'année.

TEMPÉRATURE DES EAUX DE QUELQUES SOURCES

DU DÉPARTEMENT DES DEUX-SÈVRES

NOMS DES LOCALITÉS ET NATURE DES SOURCES	TEMPÉRATURE	DATE DE L'OBSERVATION
ASNIÈRES (près BRIOUX), Puits du logis de Brousse, profondeur 10 mètres	11°,5	29 mai 1892
L'ABSIE, Deux fontaines jaillissant à l'air libre (ferrugineuse)	10° »	30 mars 1891
AIFFRES, Fontaine jaillissant à l'air libre (simultanément avec la fosse de Prahecq)	12°,6	16 mai 1890

Digitized by Google

NOMS DES LOCALITÉS ET NATURE DES SOURCES	TEMPÉRATURE	DATE DE L'OBSERVATION
ARÇAIS, Puits de l'école de garçons, profondeur 4 mètres.	12°,4	2 juillet 1892
BOUIN, Puits de l'école, profondeur 10 mètres	12° »	2 janvier 1893
BEAUVOIR, Puits de la grande place, profondeur 25 mètres.	12°,2	25 juin 1894
BEUGNON, Puits de la maison d'école, profondeur 10 mètres.	8°,2	26 mars 1891
BILLAZAIS, Fontaine jaillissant à l'air libre	13° »	1er octobre 1893
BRESSUIRE (Source de la Papaudière, à l'air libre).	12°,6	20 juillet 1890
Id. Puits de la maison d'école, profondeur 15 mètres.	11°,2	Id.
CHAMPDENIERS, Puits de l'école, profondeur 16 mètres. . .	10°,4	18 mai 1890
Id. (Le même)	11°,5	5 novemb. 1890
Id. Fontaine jaillissant à l'air libre.	11°,7	Id.
Id. (La même)	11°,6	18 mai 1890
COUARDE (la), Puits de la maison d'école, profondeur 21 mètres.	11°,4	20 mai 1894
COULONGES-SUR-L'AUTIZE, Puits du grand lavoir, profondeur 7 mètres.	12°,5	20 octobre 1892
Id. Source jaillissant à l'air libre près du petit lavoir.	12°,8	Id.
COURS, Source jaillissant à l'air libre	11°,3	18 mai 1890
CHAIL, Puits de la maison d'école, profondeur 10 mètres. .	12°,2	28 juin 1891
Id. Puits du hameau de la Pierrière, profond. 15 mètres.	11°,2	Id.
CHAURAY, Puits de la maison d'école, profondeur 6 mètres.	11° »	10 juin 1890
CHEY, Puits de la maison d'école, profondeur 7 mètres . .	11°,8	20 mai 1894
CELLES, Puits de la ville, profondeur 16 mètres	12°,5	8 juin 1890
CHEF-BOUTONNE, Source de la Boutonne à l'air libre. . .	13° »	20 juin 1890
EXOUDUN, Source jaillissant à l'air libre.	11°,5	19 mars 1892
FENIOUX, Source jaillissant à l'air libre.	11° »	1er avril 1891
FOSSES (les), Puits de l'école, profondeur 15 mètres. . . .	12° »	1er octobre 1893
FOYE-MONJEAULT (la), Puits du bourg, profond. 25 mètres.	12°,4	Id.
FRESINES, Puits de l'école, profondeur 15 mètres.	11°,8	11 juin 1892
Id. Puits d'une fontaine jaillissant à l'air libre. . .	11° »	Id.
Id. Source de Mayol, affluent du Lambon	12° »	Id.
GOURGÉ, Puits de l'école, profondeur 10 mètres.	11°,8	19 juin 1892
Id. Puits du logis d'Orfeuille, à M. Ducrocq. . . .	11°,2	Id.
HANC, Puits de l'école, profondeur 8 mètres.	11° »	21 décemb. 1892
JAVARZAY, Source jaillissant à l'air libre	13° »	20 juin 1892
LAMBON, Ruisseau intermittent, affluent de la Sèvre . . .	10° »	12 avril 1891
MELLE, Source jaillissant à l'air libre, près la grotte de Loubeau	12°,4	8 juin 1890
MELLE, Fontaine de la grande place.	12°,2	28 mai 1893
MONCOUTANT, Puits de la maison Bonnain, profondeur 6 mètres	12°,6	20 octobre 1892
NIORT, Source du Vivier qui alimente la ville de Niort. .	12°,2	17 février 1890
Id. (La même).	12°,4	25 juin 1890
Id. (La même).	13°,2	9 octobre 1890
OIRON, Puits du bourg, profondeur 5 mètres	12°,5	1er octobre 1893
PAMPLIE, Puits du village, profondeur 5 mètres	7°,8	26 mars 1891
PRAHECQ, Source jaillissant à l'air; puits artésien intermittent dit Fosse-de-Paix.	12°,6	16 mai 1890
PAMPROUX, Puits du presbytère, profondeur 15 mètres. .	12°,6	20 avril 1893
Id. Fontaine jaillissant à l'air libre.	12°,5	Id.

Digitized by Google

NOMS DES LOCALITÉS ET NATURE DES SOURCES	TEMPÉRATURE	DATE DE L'OBSERVATION
ROM, Puits de l'école, profondeur 15 mètres.	11°,5	28 mai 1893
SECONDIGNY, Puits de l'école des garçons, profondeur 10 mètres.	9°,5	26 mars 1891
SOUCHÉ, Puits dans le voisinage du Lambon, profondeur 5 mètres	10° »	12 avril 1890
SAINT-MAXIRE, Puits de l'école des garçons, profondeur 22 mètres.	12°,4	11 mai 1893
SAINT-VINCENT-LA-CHATRE, Puits de l'école des garçons, profondeur 20 mètres	12°,2	28 juin 1891
SAINTE-BLANDINE, Puits de la ferme de Chalouë, profondeur 20 mètres.	12°,4	8 juin 1890
TAUCHÉ-MOUGON, Puits de l'école du hameau, profondeur 27 mètres.	12°,9	Id.
VILLIERS-EN-BOIS, Puits du garde forestier, profondeur 50 mètres.	13° »	25 juin 1894

Moyenne générale calculée sur vingt-cinq sources observées : 11°,8.

M. Gabriel GUILBERT

Météorologiste, à Caen.

DE LA PRÉVISION DU TEMPS PAR L'OBSERVATION SIMULTANÉE DU BAROMÈTRE ET DES NUAGES

— Séance du 11 août 1894 —

La prévision du temps par les nuages, telle est la question que je désire traiter le plus succinctement possible.

Si je ne me trompe, l'observation des nuages n'est pas encore entrée dans le domaine de l'application. La méthode isobarique possède le précieux privilège d'offrir des données précises et dès lors scientifiques; seule,

Digitized by Google

dans l'ancien comme dans le nouveau monde, elle sert de base à la prévision officielle du temps.

Je le regrette. En un grand nombre de circonstances, la méthode isobarique trouverait dans l'étude des nuages un concours sérieux, une base rationnelle de prévision. Et ce n'est point par de longs discours, mais d'après des exemples récents, que je vais essayer de démontrer cette vérité.

La carte isobarique *(fig. 1)* du 5 mars 1894 nous servira d'application.

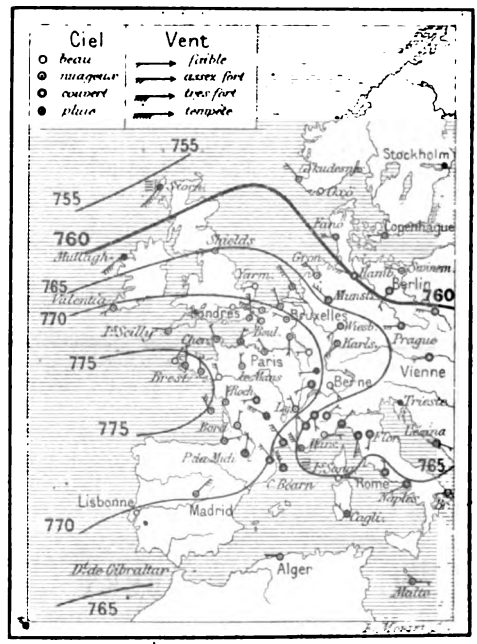


FIG. 1.

Un coup d'œil jeté sur cette carte nous fera découvrir une situation barométrique fort belle, principalement sur la France.

Un maximum de 778 est à Brest et la hausse de 10 millimètres qui a lieu jusque sur la mer du Nord semble faire présumer l'extension de l'anticyclone vers les régions de l'Écosse et de la Norvège où le baromètre est relativement peu élevé. De plus, aucune dépression n'existe, ne paraît menacer l'Europe et la méthode isobarique, par l'organe de son savant interprète, M. Fron, nous dit : *En France, le temps est au beau*, et pour nos régions maritimes : *Vent faible ou modéré.*

En présence de cette situation barométrique et de la prévision qui en est la conséquence logique, était-il possible de prévoir autrement que le Bureau central météorologique de France?

Digitized by Google

Existe-t-il une méthode capable d'annoncer alors *pluie*, au lieu de *beau temps; vents forts*, au lieu de *vents faibles?*

La réponse est facile. Oui, cette méthode existe; nous l'avons baptisée du nom de ***prévision du temps par l'observation simultanée du baromètre et des nuages***. Voici comment elle a été appliquée, dans cette journée du 5 mars, par une prévision sur carte postale, adressée à M. Neyreneuf, professeur à la Faculté des Sciences et président de la Section de Physique du Congrès de Caen.

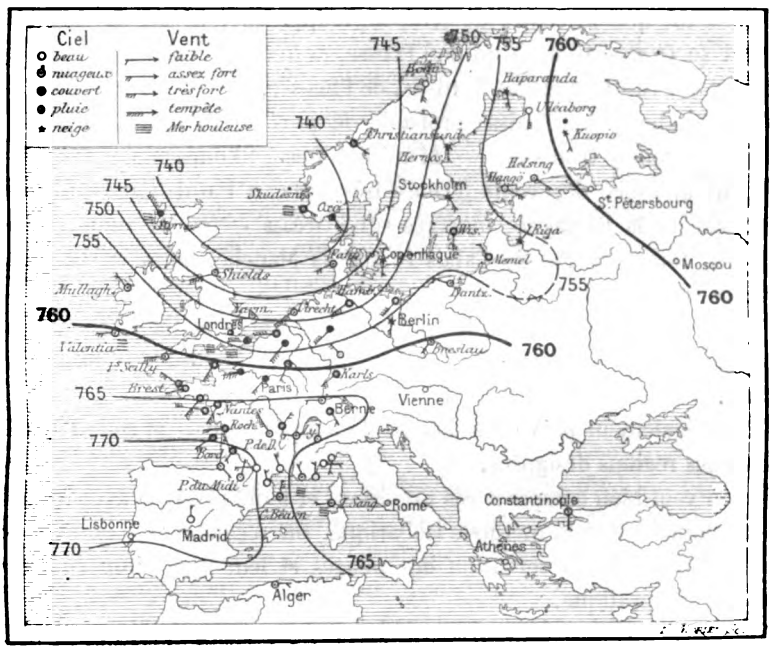


FIG. 2.

Caen, 5 mars 1894, 4 h. soir.

La situation redevient encore instable : une nouvelle bourrasque, très forte, *vient du Nord et exerce déjà son influence sur nos côtes.*

Son centre, qui n'approchera pas de nous, *se trouvera demain matin au nord de l'Écosse, s'avançant sur la Norvège, où la baisse barométrique pourra demain matin dépasser 20 millimètres.* (Centre vers Christiansund demain soir).

Donc, demain :

Manche : Vent des régions S.-O. à O., fort et assez fort (à très fort Pas-de-Calais). ***Nuageux à quelques pluies par places. Temps doux. Hausse de température.***

Digitized by Google

Bretagne : Vent des régions O. à N.-O., assez fort à fort. *Nuageux à quelques pluies par places. Temps doux. Hausse de température.*
Océan : Vent des régions O. faible à modéré. *Beau à nuageux.*
Provence : Vent variable, faible. *Beau.*

Ouvrons maintenant la carte *(fig. 2)* du 6 mars.

J'avais annoncé une très forte bourrasque : elle est si forte, que le Bureau central la déclare violente. « Une violente bourrasque s'est avancée... »

J'avais dit que le centre de tempête n'approcherait pas de nos côtes et qu'il se trouverait au Nord de l'Écosse, et le centre existe, non pas précisément au Nord, mais au Nord-Est de l'Écosse.

J'avais indiqué une baisse probable de plus de 20 millimètres sur la Norvège et vous y trouverez — 21 millimètres à Skudesness.

J'avais annoncé des vents d'Ouest très forts au Pas-de-Calais, forts sur la Manche et la Bretagne, modérés sur l'Océan — et les vents d'Ouest sont très forts au Pas-de-Calais et sur la Manche, forts en Bretagne, modérés sur l'Océan.

J'avais prévu quelques pluies sur la Manche et la Bretagne et non sur l'Océan, — vous en trouverez sur la Manche et la Bretagne, et non sur l'Océan.

J'avais également prévu une hausse de température — et cette hausse a lieu sur les régions désignées.

Si l'on veut bien comparer ces prévisions et leurs résultats avec les indications données par la méthode isobarique, on reconnaîtra, j'en suis persuadé, l'utilité de l'observation des nuages et leur réelle importance en météorologie pratique.

La base principale de cette prévision par les nuages et le principe de la méthode entière sont des plus simples.

De longues recherches, l'examen attentif et ininterrompu de l'aspect du ciel, m'ont amené à découvrir, dès 1882, un phénomène météorologique précédemment décrit par M. Mascart, en 1880, dans son excellente conférence sur la *prévision du temps*. Une page magistrale nous retrace l'aspect du ciel *avant, pendant et après le passage d'une bourrasque*. On y voit les cirrus arriver au début de la baisse barométrique, les cirro-cumulus et les palliums pluvieux s'approcher avec le centre de tempête; les cumulo-stratus ou nimbus suivre ce centre.

Or, de cette succession de nuages, d'aspects divers du ciel, faisons un tout *indivisible*, un ensemble *indissoluble*. Affranchissons-le de toute dépendance des bourrasques, de toute oscillation barométrique; voyons-le, *par hypothèse*, circuler dans l'atmosphère, seul, libre, indépendant; don-

Digitized by Google

nons à cet ensemble de cirrus, de cirro-cumulus, de palliums et autres nuages supérieurs, *un nom collectif*, qui éveille l'idée d'ordre et de cohésion, et nous aurons ce que j'appelle LA SUCCESSION NUAGEUSE.

Avec elle, je possède une base sérieuse de prévision du temps. En effet, la vue d'un seul nuage révèle et ceux qui doivent venir et ceux qui sont déjà passés. L'ordre de succession est rarement troublé : les cirrus précèdent les cirro-cumulus; les cirro-cumulus annoncent les palliums ou cirro-stratus et les palliums à leur tour permettent de prévoir l'arrivée des masses filamenteuses ou cumulo-nimbus.

De plus, si deux successions nuageuses se présentent simultanément, *l'ordre de superposition* n'est jamais interverti, et, par exemple, les masses filamenteuses seront toujours au-dessous des cirrus, de même que les cirrus s'apercevront toujours au-dessus des cirro-cumulus.

Il s'agit maintenant de comparer cette marche régulière des nuages avec celle des dépressions. Après avoir, *par hypothèse*, disjoint ces deux phénomènes atmosphériques, il faut étudier les rapports qui peuvent les rattacher *l'un à l'autre*, afin d'arriver à prévoir *l'un par l'autre*.

Cette étude démontre qu'il est rarement possible de prévoir l'arrivée de tel ou tel nuage d'après la situation barométrique, tandis que très souvent on peut annoncer les dépressions par les nuages. Ce qui n'empêchera pas, en outre, de prévoir les nuages eux-mêmes, quelle que soit la disposition des isobares, c'est-à-dire en l'absence de toute dépression, sous l'anticyclone ou le maximum de pression.

Ensuite, nous devrons étudier quels sont les effets produits par le passage des successions nuageuses dans l'atmosphère, au double point de vue des précipitations aqueuses et de la marche concomitante du baromètre.

C'est une étude toute d'expérience, d'observation directe et personnelle, dans laquelle il suffit de bien distinguer les nuages — examen plus difficile qu'on ne pense — et de savoir reconnaître la succession nuageuse : fil conducteur qui doit nous guider dans ce labyrinthe d'apparence inextricable que forment les nuages.

Enfin, dans l'établissement de la prévision, il faut se rappeler les lois bien connues qui régissent les vents dans les cyclones et anticyclones; suivre, en outre, et très attentivement, les oscillations barométriques dont l'interprétation a été donnée depuis de longues années.

Voilà toute ma méthode de prévision du temps.

Dans l'exemple cité du 5 mars dernier, voici, heure par heure, comment ces principes ont été appliqués.

La matinée est splendide; le baromètre, en hausse, atteint 773 à onze heures; le vent est faible du N.-N.-W.; le ciel presque pur : le temps est au beau. Cependant, dès les premières heures du jour, des cirrus s'aper-

Digitized by Google

çoivent à l'horizon et, vers huit heures, ils arrivent, *rapides*, du Nord.

Quelles conséquences doit-on tirer de leur apparition?

En règle générale (car il y a des exceptions), les cirrus viennent du centre de dépression : donc un minimum barométrique existe dans le Nord.

Quelle est son importance?

Question plus délicate, mais dont la réponse nous est encore donnée par les cirrus : plus leur vitesse est accentuée, plus la dépression est profonde; la vitesse, dans ce cas, étant considérable, le centre de dépression est très important.

A quelle distance est ce centre?

Question sans réponse précise à cette heure matinale.

Toutefois, la grande hauteur du baromètre, la direction et la faiblesse du vent nous certifient que ce centre est encore très éloigné des côtes européennes.

S'en approchera-t-il lentement ou rapidement?

Il faut répondre ici qu'il s'avancera proportionnellement à la vitesse des cirrus, c'est-à-dire très vite; mais avant de préciser davantage, d'établir définitivement la prévision, il convient d'attendre, d'examiner d'autres indices.

Bientôt, des cumulus Nord le matin, s'infléchissent au N.-W., *puis à* l'W. Le vent suit ces nuages dans leur mouvement rétrograde et tourne vers N.-W., puis W.

Nouvel indice très important, des cirro-cumulus ou cirrus pommelés arrivent, *rapides* aussi, du Nord et nous montrent la succession nuageuse très avancée; sa couche filamenteuse ou pallium pluvieux approche; la situation s'aggrave d'après les nuages et bientôt aussi le baromètre descend vivement. Il n'y a plus de doute : la dépression envahit l'Europe.

Quel sera le point atteint?

Évidemment c'est dans le Nord que nous devrons le désigner; mais le Nord de l'Europe, pour nous, s'étend des Shetland à la Laponie et une dépression qui aborderait cette dernière contrée ne nous toucherait que bien peu.

Sera-ce l'Écosse? C'est la région exactement indiquée d'après le retour du vent vers S.-W. et la direction des cirrus; mais ici l'expérience, ainsi que l'étude préalable des dépressions du Nord, nous seront d'un grand secours.

Notre éminent Président (1) vous a fait connaître les grands centres d'action de l'atmosphère : je vous dirai deux mots des *centres d'attraction* des dépressions. Il existe en Europe certaines régions plus souvent atteintes par les bourrasques : le golfe de Bothnie, la mer du Nord, le Pas-de-Calais, le golfe de Gênes.

(1) M. Léon Teisserenc de Bort.

Digitized by Google

Dans le cas qui nous intéresse, la mer du Nord nous paraît principalement exposée et notre prévision, en conséquence, indique la baisse maximum vers la Norvège, *baisse devant dépasser 20 millimètres.*

Ce chiffre pourra paraître hasardé; il n'en est rien.

En effet, nous savons que la bourrasque prévue est importante. Or, que doit produire une bourrasque de ce genre? Évidemment, une forte baisse barométrique et, dans les régions du Nord, une baisse de 20 millimètres correspond à cette appréciation. Il ne faut pas oublier que les oscillations du baromètre ont plus d'étendue dans les contrées boréales que sur nos côtes.

De plus, nous venons de voir baisser le baromètre de 2 millimètres en quatre heures, autre indice révélant l'importance du mouvement cyclonique. Cette baisse ne peut que s'accentuer dans la nuit, même en tenant compte des variations diurnes; elle doit subir l'influence croissante de la succession nuageuse et par conséquent dépasser 10 millimètres avant le matin du 6. Donc, si à l'extrême bord du cyclone la baisse est de 10 millimètres, il n'est pas imprudent de penser qu'au centre elle dépassera 20 millimètres.

Les conséquences d'une semblable variation barométrique s'envisagent immédiatement. Sur la carte du 5 *(carte que nous n'aurons sous les yeux que le lendemain 6 mars)* placez un centre de tempête près de l'Écosse avec baisse de 20 millimètres sur la Norvège; voyez ces hautes pressions de Bretagne, 775, reculer vers le Sud : — Vous déterminerez à l'avance et le gradient produit et la force et la direction des vents qui doivent le lendemain régner sur les côtes françaises.

Vous verrez la pluie tomber sur les régions soumises à l'influence du centre et se terminer là où les hautes pressions vont se retirer.

Le ciel devant être couvert dans la nuit, le refroidissement nocturne sera faible, et l'arrivée d'une bourrasque sur les côtes de Norvège déterminant en hiver une hausse de température sur nos régions, vous pourrez annoncer un temps plus doux.

On voit donc que, dans cette prévision soumise à l'examen des météorologistes, aucune appréciation n'est due au hasard; tout est déduit d'une observation attentive. La logique y prend plus de part que l'imagination.

Mais le raisonnement qui conduit à la prévision du 5 mars ne peut s'appliquer qu'à un petit nombre de cas semblables. Autre est l'influence des nuages supérieurs, uniquement considérés dans cette journée du 5, autre est l'influence des nuages inférieurs. Chaque type de nuages est à examiner et peut donner des indications différentes.

Le vent, les nuages, le baromètre forment des combinaisons à l'infini : dans chacune d'elles, le raisonnement doit varier.

Il faut chercher à résoudre le problème capital que j'énoncerai ainsi :

Digitized by Google

Déterminer par l'étude des courants supérieurs et de surface, les isobares du jour et du lendemain.

Mes prévisions prouvent que si ce problème est difficile, il n'est pas insoluble.

On peut le réussir partout, d'un point quelconque, *seul*, privé de toute communication télégraphique, même au milieu d'une île déserte ou sur le pont d'un navire.

En pleine solitude, vous pouvez bien souvent déterminer la situation de l'atmosphère sur une immense surface et parfois découvrir, comme au 5 mars, des tempêtes que la méthode isobarique, avec ses milliers d'observations simultanées, ne peut encore soupçonner.

Notre but n'est cependant pas d'établir, par une comparaison inutile, la supériorité de notre mode d'observation sur le système actuel. Nous avons voulu montrer bien plutôt quels avantages retirerait la méthode isobarique d'une étude rationnelle des nuages et affirmer, une fois de plus, que sans cette étude, la prévision du temps restera toujours défectueuse. L'union des deux méthodes est indispensable si l'on veut enfin progresser et cette union, si profitable à la science, peut aisément se réaliser au Bureau central météorologique de France, auquel incombe la lourde tâche de prévenir nos marins des tempêtes prochaines.

C'est aux nuages qu'appartiendra toujours la découverte des dépressions encore invisibles à la surface du continent, mais c'est ensuite à la méthode isobarique de suivre les bourrasques dans leur trajectoire à travers l'Europe. L'accord doit se faire, la fusion s'opérer : une nouvelle méthode mixte surgir, si l'on veut amener la prévision du temps à un degré de précision inconnu jusqu'à ce jour.

M. Gabriel GUILBERT

Météorologiste, à Caen.

LES TROMBES DANS LE CALVADOS
ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES NÉCESSAIRES A LEUR FORMATION

— Séance du 11 août 1894 —

Plus heureux que les États-Unis d'Amérique, notre pays ne voit passer que très rarement ces redoutables perturbations atmosphériques appelées trombes ou *tornados*.

Digitized by Google

Cependant, depuis quelques années, la fréquence de ces phénomènes cycloniques tend à s'accroître. Ainsi, dans le Calvados, de 1889 à ce jour, on compte quatre trombes plus ou moins importantes, et si l'on y joint la trombe de Torigny-sur-Vire, canton limitrophe du Calvados, le total s'élève à cinq, nombre déjà considérable par rapport à la faible étendue de la région atteinte. Sur ces cinq, en effet, trois appartiennent à l'arrondissement de Bayeux, dont Torigny est voisin.

En voici la nomenclature, par ordre de dates :

11 août 1889, à Sallen *(arrondissement de Bayeux)*.

27 novembre 1890, à Port-en-Bessin *(arrondissement de Bayeux)*.

10 mars 1892, à Littry *(arrondissement de Bayeux)*.

6 juin 1894, à Moyaux *(arrondissement de Lisieux)*.

1er juillet 1894, à Torigny-sur-Vire *(arrondissement de Saint-Lô)*.

Ces trombes ont causé partout des ravages identiques et cette ressemblance dans les effets semble révéler une cause première partout semblable. Que ce soit un tourbillon ascendant ou descendant, le mouvement gyratoire est hors de doute et constitue la caractéristique du phénomène.

Un autre caractère non moins constant se remarque dans sa trajectoire. La trombe, qui paraît suivre une direction rectiligne, ne reste pas en contact permanent avec le sol. Elle s'avance par bonds successifs, séparés par de longues solutions de continuité, dévastant ainsi une bande de plusieurs centaines de mètres, puis cessant d'exister, et ne réapparaissant parfois qu'à plusieurs kilomètres du point atteint au début. Il semble que la force destructive soit suspendue à une certaine hauteur ou dans la région des nuages et qu'elle s'abaisse par instants jusqu'au sol pour remonter ensuite et s'abattre de nouveau.

Un mouvement gyratoire et la discontinuité dans le parcours se distinguent donc *toujours* dans les trombes observées. Mais si nous étudions les circonstances atmosphériques préexistant au passage du cyclone, nous remarquons les plus complètes dissemblances. Ici, rien de constant. Les trombes surviennent, quelles que soient la température, la direction du vent et même la pression.

La trombe de Sallen, 11 août 1889, coïncide avec une forte dépression dont le centre se trouvait sur la mer du Nord. Le cataclysme suit une direction de S.-S.-O. à N.-N.-E. et se produit à 10 heures du matin, au moment du passage d'un minimum barométrique, 752 environ, et d'une rotation du vent de S.-O. à O.

La température, très peu élevée (17 degrés au maxima) est inférieure à la normale.

Digitized by Google

Les trombes marines de Port-en-Bessin (27 novembre 1890) surviennent du Nord, avec un baromètre à 758 et par une température extrêmement glaciale.

La neige tombe et les *maxima*, sur tous les points du département, restent au-dessous de 0 degré, par places même à — 3 degrés. Les *minima* sont compris entre — 3 degrés et — 15 degrés. Le centre de dépression se trouve au golfe de Gênes ; les vents sont nuls et variables, mais quelques mouvements secondaires se distinguent sur notre région et la trombe se produit encore à l'heure du minimum barométrique.

Le 10 mars 1892, un centre de tempête, 745, existe sur la mer du Nord et la trombe de Littry a lieu par un temps extrêmement froid. La neige, qui tombe en abondance, couvre tout le département. Le baromètre subit de très sensibles oscillations aux environs de 749. Le vent, qui a tourné d'O.-N.-O. à S.-S.-O. avant le cyclone, revient ensuite au N.-O. et accompagne une hausse momentanée du baromètre. La trajectoire du cyclone était orientée de S.-O. à N.-E.

La trombe de Moyaux (6 juin 1894) précède le passage d'un centre de dépression voisin du Calvados, mais, particularité très intéressante, le vent s'était calmé plusieurs heures avant la trombe et, au moment du cataclysme, n'a subi aucune variation. La trajectoire, S.-O. — N.-E. est exactement une ligne droite. La température, très peu élevée, était au-dessous de la normale. Quant au baromètre, en baisse continue avant la trombe, il s'est relevé immédiatement après.

Enfin, la trombe de Torigny, 1er juillet 1894, a lieu dans des conditions toutes différentes. Seule, elle s'est produite pendant un orage, par une température excessive voisine de 31 degrés. La hauteur barométrique, tout à fait remarquable, atteint 765. La situation était si belle qu'à midi, quatre heures avant le cyclone, le Bureau central météorologique ne prévoyait aucun orage et annonçait *beau temps sur toute la France*.

Toutefois, ainsi que dans les trombes précédentes, le phénomène survient avec le minimum de pression, c'est-à-dire que, précédé d'une faible baisse barométrique, il est suivi d'une hausse. La rotation du vent a été plus complète que d'habitude et a eu lieu de S.-E. à N.-O.

De cet examen sommaire, il résulte que la température ne joue qu'un rôle insignifiant dans la production de ces tornados normands. Ils prennent naissance aussi bien par les plus grandes chaleurs que par les froids les plus excessifs.

Les manifestations électriques ne sont pas non plus toujours concomitantes : la trombe se produit avec ou sans orage.

La force du vent est également très inégale : tantôt il souffle avec violence et parfois il est nul. La rotation cyclonique, de même, n'est point constante.

Digitized by Google

Enfin, les hautes pressions, l'absence de tout minimum important, ne sont pas des obstacles : la trombe de Torigny le démontre.

Mais l'existence d'un mouvement tourbillonnaire, de diamètre restreint, paraît jouer un rôle beaucoup plus considérable.

La trombe semble parfois occuper le centre d'un minimum relatif et le baromètre, toujours en baisse avant le passage du cyclone, remonte ensuite, non seulement sur le point atteint, mais encore sur une assez vaste région.

La présence immédiate ou peu éloignée d'un minimum barométrique quelconque paraît donc une condition préalable nécessaire à la formation des tornados ; mais selon nous, d'après l'observation des nuages, cette situation atmosphérique n'est pas l'unique cause déterminante du phénomène.

Dans les cas que nous venons d'étudier, ainsi que dans tous ceux qui sont parvenus à notre connaissance *(Trombe de Dreux, 18 août 1890 ; trombe de Poissy, 21 septembre 1893, etc.)*, jamais une trombe ne s'est produite sans la présence des nuages que j'appelle *masses filamenteuses (cumulo-stratus* ou *cumulo-nimbus* des classifications usuelles). J'ajouterai volontiers qu'il ne peut se produire de trombes ou de tornados (1) en l'absence de ce nuage qui paraît recéler dans ses flancs des forces électriques infiniment puissantes. Nous avons reconnu que seul il produit l'orage et que seul il verse la grêle. L'orage, la grêle suivent exactement la direction de ce nuage, c'est-à-dire *une direction rectiligne*. Si la masse filamenteuse vient du Nord ou du Sud, la grêle ou l'orage en viendront également.

Existence, vitesse, direction des phénomènes électriques, tout dépend de ce nuage remarquable. Est-il une cause ? je l'ignore, mais ce que j'affirme d'après quatorze années d'observations assidues, c'est qu'aucune manifestation orageuse : grêle, éclairs ou tonnerre, n'a lieu sans lui.

Sa présence dans *toutes* les trombes que nous venons de citer permettrait de lui attribuer, ici encore, une influence prépondérante. Toutefois, la vérité nous oblige à reconnaître que les trombes ne suivent point toujours la marche des masses filamenteuses et que leur trajectoire, rectiligne en général comme la grêle et les orages, trace parfois un angle assez considérable avec la direction des nuages orageux.

La situation toute particulière de la trombe, qui unit le nuage à la terre, et qui peut ainsi subir une double action directrice, expliquerait peut-être cette divergence.

(1) Sous ce nom de trombes ou tornados, nous n'entendons pas désigner les *tourbillons* de poussière ou même les trombes de sable, évidemment dus à l'élévation de la température, ou des remous de l'air, à la surface du sol.

Il est nécessaire d'établir ici une distinction entre des phénomènes dont l'origine est peut-être toute différente et dont les effets, dans tous les cas, ne sont guère comparables.

Digitized by Google

C'est encore la présence des masses filamenteuses qui constitue généralement *le grain*.

En météorologie, *le grain* appelle une baisse du baromètre suivie d'un brusque ressaut : c'est le *crochet* des temps d'orage ; il amène un accroissement du vent et sa rotation partielle ou complète, ainsi qu'un abaissement de température : tels sont ses attributs spéciaux. Comme on l'a démontré de divers côtés, les phénomènes orageux et même les averses (ne peut-on pas y ajouter les tornados?), ne sont que les *accessoires* du grain.

Ici encore, toutes ces perturbations atmosphériques dans la pression, le vent ou la température correspondent aux effets produits par le passage des masses filamenteuses. Le grain, selon toute apparence, leur doit son origine. Sans elles, il n'aura jamais d'importance ; avec elles, il pourra atteindre les proportions de la tempête et du tornado.

Continuons l'étude de ce nuage mystérieux et nous le verrons si souvent dominer dans les dépressions secondaires qu'on peut se demander s'il n'en est pas la cause primordiale.

Voici une application de cette hypothèse :

Des côtes du Calvados, je puis souvent prévoir la *formation* des dépressions secondaires au golfe de Gênes, — ces dépressions qui amènent en Provence et sur toutes nos côtes sud les tempêtes de Mistral.

Cette prévision se justifie dans une assez belle proportion et peut paraître intéressante, si l'on considère qu'elle peut se baser uniquement sur les nuages.

Il suffit d'apercevoir des *masses filamenteuses* N.-O. pour *annoncer* l'arrivée imminente, au golfe de Gênes, de dépressions secondaires qui seront d'autant plus fortes, en général, que les nuages indicateurs seront plus nombreux et plus rapides.

En résumé : influence décisive sur la grêle, les orages et les grains ; influence probable sur la formation des trombes et des dépressions secondaires, voilà le rôle des *masses filamenteuses* dans l'atmosphère.

Cette action perturbatrice est assez importante, croyons-nous, pour être étudiée, non seulement dans la météorologie locale, mais encore au point de vue de la prévision générale du temps.

Digitized by Google

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

L'ÉLECTRICITÉ COSMIQUE ET LES MOUVEMENTS PLANÉTAIRES

— Séance du 11 août 1894 —

J'ai montré que la décharge électrique d'une puissante bobine de Ruhmkorff produit dans la couche de noir de fumée, sur une plaque de verre enfumée, une trace blanche sillonnée à peu près, au milieu de la trace, par un filon sombre. Évidemment ce filon de noir de fumée est dû à l'absence du mouvement tourbillonnaire au centre du tourbillon et tout à fait analogue à l'œil du cyclone dans nos tourbillons atmosphériques.

En regardant plus près avec une loupe grossissant de huit à dix fois, on voit de nombreuses courbes sortant du filon et se dessinant dans la partie blanche de la trace de la décharge électrique en lignes courbes très fines, spiraloïdes et brunâtres, qu'on peut projeter à la lumière électrique sur un écran de papier blanc et bien égalisé. On voit le filon augmenter rapidement en épaisseur et décroître en blancheur vers le milieu de la trace blanche, et on s'aperçoit que ces lignes spiraloïdes *(fig. 1)* (1) ne sont que les images géométriques de la projection normale d'hélicoïdes elliptiques lévogyres et dextrogyres sur le plan de la plaque de verre enfumée.

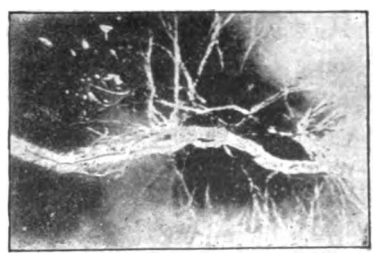


Fig. 1.

On peut de même produire cette apparence sur des plaques de verre enfumées par les décharges d'une machine électrique de Wimshurst assez puissante pour donner des traces de 10 à 20 centimètres entre deux feuilles triangulaires d'étain gommées aux deux extrémités de la plaque de verre et puis enfumées *(voir fig. 2)*.

C'est ainsi qu'on obtient dans la figure les hélicoïdes projetés sur

(1) Photographie en épreuve positive sur papier de la trace dans la plaque de verre enfumée.

Digitized by Google

l'écran à la lumière électrique ou solaire, assez grossie pour montrer tous les détails du mouvement tourbillonnaire du noir de fumée produit par la décharge électrique. C'est pour ainsi dire la vue de côté du tourbillon électrique parallèlement à son axe.

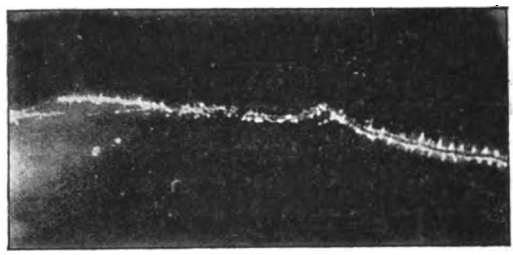


Fig. 2.

J'ai été frappé de l'idée d'obtenir la tranche verticale à l'axe du tourbillon en conduisant la décharge en direction verticale sur la plaque de verre couvert d'une mince couche d'une substance incombustible, mais vaporisable, pour que des tourbillons de peu d'épaisseur, par exemple d'or ou d'argent, puissent se produire, comme dans l'expérience bien connue des physiciens avec les feuilles d'or placées entre deux plaques de verre et volatilisées par la décharge d'une bouteille de Leyde.

J'ai pris un miroir argenté et vernissé en arrière; je le plaçais entre les deux déchargeurs d'une bobine de Ruhmkorff, ou d'une machine puissante électrique quelconque, de manière que la couche mince d'argent et vernissée en arrière soit en face du déflagrateur positif, par exemple, d'une machine de Wimshurst, et à peu près en contact avec la surface vernissée, tandis que l'autre déflagrateur était placé d'après la puissance de la machine électrique, à la distance de 5 à 10 centimètres devant la surface de verre non couverte du miroir.

La décharge électrique déchire et projette en petits morceaux la couche de vernis avec une force assez grande et transforme la couche mince d'argent en vapeurs d'argent tourbillonnant autour d'un axe vertical à la surface du miroir argenté. Mais au contact avec la surface froide du verre, ces vapeurs sont tout de suite condensées et projetées sur la surface dérobée de la couche de vernis, elles adhèrent à la surface du verre, comme les vapeurs d'or dans l'expérience bien connue. On voit des spires circulaires ou légèrement elliptiques de couleur rouge brunâtre, peut-être, d'une modification amorphe d'argent, produites par la température énorme de la décharge.

C'est très émerveillant de voir ces petites images agrandies par une loupe grossissant cinq à dix fois à la lumière transmise par l'ouverture dans le vernis pratiquée par la décharge électrique, et sillonnée de spires, bordée

Digitized by Google

enfin de petites déchirures du vernis imitant d'une manière surprenante les apparences, dans l'ombre et dans la pénombre, de taches solaires, dites cyclonales, c'est-à-dire les grains de riz et les spires hélicoïdales du mouvement tourbillonnaire dans une tache solaire du type cyclonal.

On peut supposer que les taches, du moins les taches cyclonales solaires, sont produites par de puissantes décharges d'électricité positive du globe solaire vers les hautes couches de l'atmosphère solaire, ou vers des essaims de corps cosmiques passant par l'atmosphère solaire, comme les étoiles filantes par l'atmosphère terrestre, évidemment avec un potentiel électrique très différent de celui du globe solaire.

Cette vue nous rapproche d'une explication du mouvement propre et irrégulier observé chez les taches de préférence cyclonales, mouvement en latitude et longitude solaire. M. Flammarion en a donné le dessin pour quelques taches de l'année passée, dans *l'Astronomie populaire,* qui montrent des mouvements très irréguliers en lignes contournées et rompues.

Les images obtenues montrent, d'ailleurs, la formation des groupes de petites taches par les décharges latérales près d'une ouverture déjà assez large, qui sont produites par la décharge électrique dans la couche de vernis hérissée aux bords. C'est ainsi qu'on peut, par plusieurs décharges consécutives, produire l'apparence d'une large tache solaire suivie, comme sur le disque solaire, d'une suite de plus petites taches qui s'éloignent de plus en plus de la grande tache.

On voit combien ces expériences élucident l'origine de ces grands phénomènes solaires, et comment elles nous conduisent à admettre l'analogie complète des cyclones solaires avec nos cyclones atmosphériques, les uns et les autres naissant par des décharges puissantes électriques produites dans les couches atmosphériques et suivies de condensations des vapeurs métalliques dans l'atmosphère solaire ou de vapeurs d'eau dans notre atmosphère, à cause de la raréfaction et du refroidissement consécutif causés par le mouvement giratoire autour de l'axe du cyclone solaire ou terrestre.

Les couches des vapeurs métalliques ainsi condensées ne transmettent plus la lumière provenant de la photosphère solaire; l'ombre de la tache entourée de la pénombre, là où la condensation est moins puissante, se produit de cette manière. En effet, les taches ne sont pas noires, mais de couleur rouge sombre; on peut voir un phénomène analogue se produire pendant un incendie, où les vapeurs d'eau rapidement ascendantes et refroidies produisent une couche épaisse de vapeur tourbillonnante et se condensant. Le disque de la lune ou du soleil en arrière de ces couches de fumée et de vapeur d'eau devient rouge brunâtre très foncé à cause de l'absorption des autres radiations.

Digitized by Google

C'est ainsi que l'analogie étroite de nos cyclones et des cyclones solaires et leur origine commune électrique deviennent manifestes.

De même j'ai démontré par l'imitation des mouvements planétaires par le mouvement giratoire à pas très mince, c'est-à-dire à pas hélicoïdaux, dont les branches sont très rapprochées les unes aux autres. Soit dans un champ puissant électrique, soit dans un champ puissant magnétique, on peut produire le mouvement à la fois de rotation et de révolution d'une sphère autour des pôles électriques ou magnétiques. Plus le champ est fort, plus devient apparent le mouvement en courbes d'espace au lieu de mouvements en courbes planes jusqu'ici toujours supposées en cas de mouvements planétaires.

Mais j'ai montré que la répulsion produite par le pôle d'un puissant électro-aimant sur une sphère de cuivre creuse et rotative va en diminuant jusqu'à une certaine limite où se produit une sorte d'équilibre dynamique, et la sphère doit acquérir une vitesse de rotation constante et performer une révolution également persistante, ce qui tient à la vitesse moyenne et aux dimensions et à la forme de la courbe décrite, qui s'approche alors de plus en plus de la forme d'une courbe plan-conique, puisque la vitesse du mouvement devient constante. C'est ainsi qu'à la naissance d'une planète ou d'une comète doit s'être produit en première instance un tourbillon électrique produit par le passage d'un essaim de corps cosmiques tout près du soleil. Ces corps ayant un potentiel électrique énormément différent de celui du soleil, les décharges qui se doivent alors produire entre les points les plus rapprochés du Globe solaire à l'essaim et ces corps cosmiques étant d'une puissance inimaginable à cause de la différence énorme de leur potentiel électrique, produiront de puissants cyclones dans l'espace céleste avec condensation des matières cosmiques et peut-être de matières qui ont appartenu à l'atmosphère solaire près de l'axe giratoire, dont l'inclinaison à l'orbite de l'essaim de corps cosmiques détermine la position dans l'espace céleste de l'axe fixe de rotation de la planète ou de la comète ainsi née. Le tourbillon doit subir l'action répulsive du soleil comme la sphère rotative dans mes expériences avec l'appareil électro-dynamique (1), à cause du mouvement giratoire autour de l'axe fixe du tourbillon céleste. La condensation progressive due à l'action du mouvement tourbillonnaire électrique doit séparer les corpuscules solides des particules fluides et gazeux, la formation du noyau de la comète ou de la sphère de la planète doit procéder avec une vitesse d'autant plus grande que le tourbillon est plus vaste et le mouvement giratoire plus intense.

La même chose peut se produire de nos jours non seulement autour du

(1) Voir *Comptes rendus du Congrès de Besançon*, 1893.

Digitized by Google

soleil, mais aussi autour des très grosses planètes, comme par exemple autour de Jupiter. N'est-il pas possible que le cinquième satellite de Jupiter ait été pris à son origine par un puissant essaim d'étoiles filantes ou par une comète qui aurait pénétré, à cause de son mouvement orbital, jusqu'à la planète même; les immenses décharges électriques entre la planète et entre la comète auraient produit alors un mouvement tourbillonnaire intense et, conséquence de ces décharges, une répulsion jusqu'à la distance actuelle.

La transformation consécutive par la condensation puissante en un petit globe entouré de son atmosphère tournant autour de son axe et se mouvant dans un orbite à peu près plan serait produite par l'action électrodynamique interplanétaire.

Lord Kelvin a douté qu'on puisse attribuer au soleil un potentiel assez élevé pour produire même la plus faible perturbation magnétique sur la terre; mais la façon du calcul du savant lord est-elle irréprochable en face de nombreux faits d'observation?

N'est-il pas possible que lord Kelvin, qui a basé son calcul sur la radiation lumineuse, thermique et électrique du soleil, ait oublié une circonstance qui démontre la possibilité que l'électricité solaire puisse être transmise à la terre et aux autres planètes, non à mesure du carré des distances, mais tout simplement à mesure de la distance-même. Quelle différence alors dans le résultat du calcul!

On sait bien, par nombre d'expériences faites récemment par plusieurs habiles expérimentateurs avec l'air atmosphérique comprimé et fluide, que les conducteurs d'électricité à des températures très basses et voisines de — 200 degrés centigrades, n'offrent plus des résistances appréciables au passage de l'électricité, c'est-à-dire qu'ils se comportent comme des conducteurs sans résistance. Supposons que l'espace interplanétaire soit rempli de particules de fer ou d'oxyde de fer, de nickel et d'autres métaux que nous retrouvons dans les aérolithes, à côté des autres poussières non conductrices à la température ordinaire, mais conducteurs parfaits à des températures très basses de l'espace interplanétaire, évaluées par Pouillet à moins de — 400 degrés centigrades, ces poussières à peu près sans résistance transmettront les décharges électriques tout autour du soleil, jusqu'aux planètes les plus éloignées, et, sans ces pertes énormes qu'on trouve par la loi de radiation, par la loi des carrés des distances?

N'est-il pas possible qu'un potentiel de quelques millions d'unités plus haut que celui de notre atmosphère et du globe terrestre suffirait à expliquer par la décharge de l'électricité solaire vers la terre, la simultanéité indubitable de perturbations magnétiques, et de courants terrestres puissants dans notre globe avec l'apparition des grandes perturbations solaires, des taches cyclonales, changeant rapidement de forme, de place et d'étendue,

Digitized by Google

des protubérances colossales de 300.000 à 600.000 kilomètres de hauteur, et des facules vives et agitées, témoignent d'un activité extraordinaire? Si l'électricité solaire est assez puissante pour produire nos orages magnétiques, pourquoi ne le serait-elle pas pour produire les mêmes phénomènes sur les autres planètes et comètes, plus éloignées du soleil que la terre?

Or, n'a-t-on pas observé dans la tête et dans les queues de grandes comètes, par exemple de celle de 1881, de vifs éclairs; n'a-t-on pas observé la répulsion dans la tête de la grande comète de 1882, qui enfin a séparé le noyau de la comète en cinq noyaux, donnant au noyau l'aspect, pendant la séparation, d'un fuseau très allongé?

Tout cela est impossible à expliquer par l'attraction universelle de la matière, mais se trouve en meilleur accord avec les lois électrodynamiques et avec l'action des corps électrisés intenses, et avec l'action à distance de corps magnétiques ou de corps parcourus par de puissants courants électriques.

Les récentes expériences de M. Preece, le savant directeur du *Telegraph Office* de Londres, ont montré la possibilité de transmettre, même sans conducteurs et à travers les plus denses couches atmosphériques à la surface de la mer du continent, aux ilots près des côtes anglaises, aux distances de 6 et 12 kilomètres, des signaux télégraphiques par l'induction dans deux circuits fermés de fils télégraphiques tout à fait isolés de la terre.

En faisant circuler des courants intermittents dans l'un des deux conducteurs fermés et isolés de la terre, ils ont produit des courants *induits* intermittents analogues dans l'autre conducteur fermé sur les ilots, *et on* est parvenu à lire les signaux télégraphiques comme d'ordinaire.

Le savant directeur du *Telegraph Office* dit qu'on pourrait évidemment transmettre ainsi des signaux télégraphiques à toutes distances avec conducteurs fermés assez longs, et avec des courants assez puissants, même entre deux planètes théoriquement.

N'est-ce pas exactement la fonction des courants électriques d'intensité immenses, circulant autour de la surface solaire, pour ainsi dire de pôle au pôle dans des conducteurs circulaires également immenses et induisant dans la terre et dans toute autre planète également tournant autour de son axe dans des conducteurs circulaires et fermés, représentés par les méridiens du globe planétaire, allant également du pôle au pôle? Dans ces méridiens, quoique beaucoup moindres que les méridiens solaires, les courants induits sont encore assez puissants pour produire les phénomènes du magnétisme terrestre, et ces phénomènes doivent être soumis à la réaction de toute variation dans l'intensité du champ électrique solaire.

Digitized by Google

Ces expériences ne sont-elles pas la confirmation absolue et l'élucidation du mode de propagation de l'action électro-dynamique du soleil ?

Ma théorie électro-dynamique du monde explique ainsi avec la plus grande facilité les grands phénomènes de la nature : les cyclones, les orages électriques et magnétiques, les aurores boréales, les tremblements de terre et les éruptions volcaniques, tandis que la théorie gravitationnelle semble impuissante à donner de tous ces faits une explication satisfaisante.

C'est donc l'action solaire électro-dynamique qui produit les grandes perturbations dans l'atmosphère terrestre et à l'intérieur du globe.

M. SIEUR

Secrétaire de la Commission météorologique départementale. à Niort.

NOTE SUR QUATRE CHUTES DE FOUDRE

— Séance du 18 août 1894 —

Les chutes de foudre dont il s'agit ici appartiendraient au cas remarquable de la *foudre globulaire*. — Je me bornerai à reproduire les témoignages de nos correspondants sans discuter si, oui ou non, ils ont bien vu la boule lumineuse signalée à la Commission! ou s'ils ont été victimes d'une illusion.

La question de la *foudre globulaire*, croyons-nous, restera obscure longtemps encore; malgré les exemples invoqués pour la faire accepter, elle rencontre de nombreux sceptiques parmi les physiciens, notamment l'honorable directeur du Bureau central, M. Mascart.

I. — Orage du 24 juin 1887, a Sauzé-Vaussais.

L'orage du 24 juin 1887 a été particulièrement remarquable par une forte tension électrique, sur la partie Est de l'arrondissement de Melle. — La foudre est tombée à Sauzé-Vaussais, sur la maison d'école. Voici les

Digitized by Google

détails qui nous ont été transmis par M. Frelet, instituteur. Il y a eu, dit-il, trois chutes consécutives :

Première chute, à trois heures du soir.

« Le tuyau de poêle de l'école a une solution de continuité à trois mètres du sol. Pendant l'orage du 24 juin, vers trois heures de l'après-midi, une *étincelle globulaire* s'est produite à la rupture du tuyau ; elle est passée devant moi, puis devant sept élèves ; elle a traversé la salle et finalement est sortie de l'appartement, laissant un trou circulaire dans un carreau de vitre.

M. Frelet continue.

Deuxième chute, à 3 heures et demie.

« Le même phénomène s'est produit une demi-heure plus tard ; seulement la boule lumineuse, dont la grosseur est celle d'un œuf de poule, a passé sous les pieds des élèves, roulant très lentement avec la vitesse d'un homme qui marche au pas.

Troisième chute, à 3 h. 45 m.

« Un quart d'heure plus tard, à cent mètres de l'école, au plus fort de l'orage, une boule de feu grosse comme la tête d'un enfant s'est montrée sur le mur du jardin, tournoyant comme un soleil de feu d'artifice. Elle est descendue au pied du mur, a parcouru dix mètres environ et a disparu subitement à la suite d'une forte explosion. »

Voilà qui est explicite. — Pour M. Frelet, le doute n'est pas possible : il a vu, et ses élèves avec lui, la *foudre globulaire*, pendant l'orage du 24 juin 1887. — Dans la circonstance, peut-on dire que l'honorable instituteur qui s'exprime sans phrases recherchées, ait été victime d'une illusion à trois reprises successives ? — Je vous laisse, Messieurs, le soin de conclure.

II. — Orage du 22 juillet 1894, a Niort.

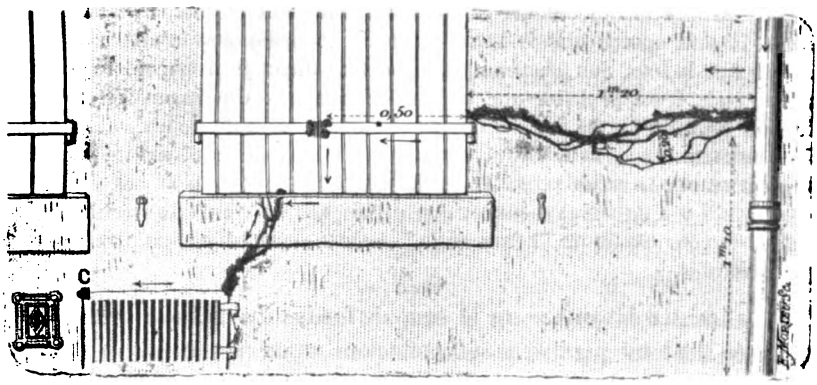
A sept années d'intervalle, la Commission départementale a reçu communication d'un autre exemple de foudre *globulaire;* le voici :

Vers onze heures du soir, le 22 juillet 1894, un violent orage a couvert subitement la ville de Niort. Tous les habitants ont été épouvantés par un coup de tonnerre sans roulement. Plusieurs ont cru à une explosion de dynamite ! — Ce bruit insolite était produit par une chute de foudre sur la toiture de la maison portant les nos 58-60 de l'avenue de Paris.

Le fluide a frappé une cheminée en tôle : les fils de fer qui la soutenaient ont été fondus en partie, des tuiles ont été brisées et projetées dans la rue. La toiture a été perforée et deux chevrons aboutissant au mur mitoyen des maisons 58 et 60 ont été coupés ras du mur. La dalle qui s'étend devant la façade

Digitized by Google

sur une longueur de quinze à vingt mètres porte intérieurement des éraillures qui sont un indice certain du passage du fluide. Ce dernier a continué sa course par le tuyau de conduite attenant à la dalle. Un voisin, nommé Lavergne, qui se trouvait accoudé à sa fenêtre, en face les maisons nos 58-60, prétend qu'*un globe de feu* s'est détaché au bas du tuyau, il a roulé lentement sur



le milieu de la route : soudain ce globe, dont le diamètre était d'environ vingt centimètres, « s'est brisé à la façon d'une bombe en produisant un bruit épouvantable. »

« L'explosion, ajoute Lavergne, n'est point venue d'en haut, j'affirme qu'elle s'est produite sur la route à un endroit que je puis indiquer et qui porte encore une trace noire ».

Voilà encore qui est parler clairement. — Au moment de l'explosion de la boule de feu, toute l'avenue de Paris était illuminée : on aurait cru voir une coulée de fonte en fusion. Cette grande lumière a été signalée par plusieurs personnes dignes de foi et qui se trouvaient à une certaine distance, dans l'avenue de Paris, à ce moment. La plupart de ces témoins nous ont dit avoir éprouvé une forte secousse et une impression indéfinissable !

Tels sont, Messieurs, les documents que j'ai cru devoir fournir au Congrès sur de *prétendus* cas de foudre globulaire dans notre département.

Il me reste, pour terminer cette communication, à compléter les renseignements fournis par Lavergne sur la chute de foudre du 22 juillet dernier.

La décharge électrique ne s'est point limitée à la *boule* détachée au bas du tuyau. Vous avez sous les yeux des photographies d'une étincelle ramifiée qui s'est détachée, croyons-nous, de l'étincelle principale. A environ 1 mètre au-dessus du sol, sur une longueur de 1m,20, on aperçoit sur la façade du mur de la maison no 58 les traces de la foudre qui s'est élancée du tuyau vers le gond d'une fenêtre indiquée sur la photographie ; le fluide a fondu en partie

Digitized by Google

l'écrou de l'espagnolette, il a laissé une seconde trace de son passage sur le mur entre la fenêtre et la cave. Aucun objet n'a été déplacé, on doit admettre que la chaîne a joué ici le rôle d'un conducteur de paratonnerre.

Autre particularité : un nommé Guérin se trouvant devant les maisons nos 58-50 au moment de la chute de la foudre a été projeté violemment contre le mur ; il s'est vu entouré de flammes et il a éprouvé une impression dont il est incapable de rendre compte. Au bout d'une minute, ayant repris ses sens, il s'est aperçu que le sang s'écoulait abondamment d'une blessure au sommet de la tête. Son chapeau était pourtant intact et il n'avait reçu, dit-il, aucun choc. Il est probable que la plaie de la tête de Guérin, malgré son affirmation contraire, a été occasionnée par les débris de tuiles tombés de la toiture à ce moment. Le docteur Mayet, qui a vu le blessé, le lundi matin, n'a pu se prononcer sur la cause véritable de la blessure ; il ne serait pas éloigné de croire qu'il y a eu simplement tension de la peau suivie d'une déchirure bien suffisante pour expliquer l'hémorragie ? — Cette explication nous paraît quelque peu hasardée.

Sans insister davantage sur le coup de foudre du 22 juillet, les détails qui précèdent me paraissent suffisants pour montrer une fois de plus les curieux effets de la foudre. Le mois de juillet 1894 aura d'ailleurs été remarquable par les chutes nombreuses qui ont été signalées dans tous les départements. Je pourrais, à ce sujet, vous signaler encore des faits bizarres et authentiques, appartenant à notre département, mais je tiens à ne pas prolonger outre mesure cette communication. J'ajouterai seulement que l'orage de la nuit du 28 au 29 juillet a brisé une vingtaine de poteaux télégraphiques entre Sauzé et Chef-Boutonne ; en outre, les parafoudres de ces deux bureaux ont été fortement atteints : il y a eu soudure entre les plaques métalliques dentées qui limitent les appareils protecteurs. C'est là une particularité très rare que nous signalons à l'attention des électriciens.

M. Ch.-V. ZENGER

Professeur à l'École Polytechnique de Prague.

LES ORAGES ET LES TREMBLEMENTS DE TERRE EN MAI 1894

— Séance du 13 août 1894 —

J'ai montré à plusieurs reprises que le mauvais temps dépend de l'action de deux causes cosmiques, savoir : de l'action électro-dynamique du soleil et des décharges électriques puissantes qui se produisent pendant le pas-

Digitized by Google

sage des essaims d'étoiles filantes et des bolides par notre atmosphère. Les perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques se montrent d'ailleurs liées à la période de 12,6 jours ou d'une demi-rotation solaire, dont 29 font exactement l'année terrestre.

Au mois de mai s'accomplissent trois de ces périodes solaires : le 7 mai, le 19 mai et le 1er juin. Les passages d'étoiles filantes s'accomplissent : le 2-4 mai, le 18 mai et le 31 mai.

On voit que ces jours sont très rapprochés des dates des périodes solaires et qu'ils font pour ainsi dire séries de jours de perturbations électro-dynamiques.

D'autre côté, les perturbations observées sur le soleil à l'aide du télescope étaient quelque chose d'extraordinaire : de larges taches, des groupes longs et étendus de taches petites et larges, des groupes de facules très vifs et très étendues, et enfin des protubérances énormes de hauteurs jusqu'à 500.000 kilomètres, observées par le père Fényi, à Kalocsa en Hongrie, dans cette époque, nous ont montré le haut degré d'activité solaire ; parallèlement à ces phénomènes solaires extraordinaires, nous avons observé des perturbations extraordinaires terrestres dans l'atmosphère et à l'intérieur du globe.

Passons en revue à la fois les événements météorologiques sur la terre, les phénomènes solaires vus au télescope et les données de la photographie du soleil sur plaques orthochromatiques au collodion chlorophyllé au foyer d'une lentille aplanétique de Steinheil, de 14 millimètres d'ouverture sur 96 millimètres de longueur focale.

ONZIÈME PÉRIODE SOLAIRE DU 7 MAI 1894. — PASSAGE DES ESSAIMS PÉRIODIQUES D'ÉTOILES FILANTES DU 2 AU 4 MAI

La baisse barométrique maxima à Prague, à 2 heures *p. m* était de : 730mm,5. La baisse était, en outre, à peu près constante du 7 au 9 mai 1894.

La variation de la déclinaison de l'aiguille aimantée était aussi maxima le 7 mai : $d\delta = +11',5$, le 8 mai : $d\delta = +9',3$ entre 7 heures du matin et 2 heures d'après midi.

La température maxima était, le 7 mai : 18 degrés centigrades et la température minima + 10°,8.

Le jour suivant, le 8 mai, la température maxima était de 15 degrés centigrades et la température minima + 7°,2.

On voit que la pression atmosphérique, la température et la déclinaison de l'aiguille magnétique étaient très différentes de leurs valeurs moyennes.

On peut donc expliquer les événements désastreux sur la terre par les actions combinées électro-dynamiques du soleil, et des essaims périodiques d'étoiles filantes de cette époque.

Des décharges puissantes d'électricité solaire pendant la grande activité observée et des essaims d'étoiles filantes en contact avec l'atmosphère terrestre

Digitized by Google

doivent produire, comme j'ai montré par des expériences de laboratoire, de puissants mouvements tourbillonnaires, des cyclones dans l'atmosphère, et des trombes ignées dans l'intérieur encore fluide du globe terrestre. La formation des orages électriques, magnétiques, des courants terrestres très forts, enfin des mouvements sismiques et volcaniques en doit être la conséquence.

Les mouvements rotatoires de la terre et du soleil, enfin des essaims d'étoiles filantes doivent produire, outre le mouvement tourbillonnaire, le mouvement progressif à peu près parabolique de cyclones atmosphériques et des trombes souterraines, dont les chocs contre la croûte terrestre refroidie et rougeâtre doivent déterminer l'ébranlement de la surface terrestre, le tremblement de terre; et plus ces chocs deviennent forts, plus profondes doivent être les crevasses dans la croûte terrestre, jusqu'à l'éruption des eaux bouillantes, des boues et enfin des laves des éruptions volcaniques projetées sous la pression énorme par les crevasses formées.

Or, c'est exactement ce que nous observons dans cette période des perturbations.

Depuis *le 2 mai*, à 2 heures *p. m*, on a observé à Prague une baisse continuelle du baromètre, bourrasques et vent fort pendant la journée, perturbations magnétiques de : $d\delta = 14',1$, pluie.

Le 3 mai, le baromètre remontait lentement; orage épouvantable en Bohême, grêle énorme et ondée à 1 h. 45 m. *p. m.* jusqu'à 6 heures du soir, à Prague; orage effroyable avec grêle dévastant Breslau et la Silésie.

Le 4 mai, éclaircie du matin, plus tard temps pluvieux. A 9 h. 45 m., à travers des nuages, les photographies du soleil montrent des zones nettes, grisâtres, elliptiques de deux à trois diamètres solaires et des halos sombres: gelée et neige aux montagnes de la Bohême.

Le 5 mai, à 9 h. 50 m., zones très nettes, très blanches, de trois à quatre diamètres. Trois groupes de taches et trois larges taches passent le méridien central du soleil. Vent impétueux; nombre d'incendies en Autriche et en Allemagne sans cause connue (1).

Le 6 mai, à 10 heures, zones blanches en queue de comètes de 5-6 diamètre, vent fort, ciel clair.

Le 7 mai, ciel couvert, l'après-midi, courte mais forte ondée et vent très fort.

Le 8 mai, clair jusqu'à 10 heures du matin; de 10 h. 30 m. jusqu'à midi, orage violent et ondée.

Le 9 mai, temps calme et serein, le photographie ne montre rien.

La pression minima, était à 2 heures *p. m.*, le 4 mai 1894 de : $724^{mm},1$, avec variation de la déclinaison magnétique de $13',2$ et pluie de 10 millimètres. Cyclone à Kansas-City détruisant l'école et tuant vingt-neuf enfants.

Le 7 mai, les orages reprennent avec une violence extraordinaire, avec des ondées, inondations, grêle énorme et incendies nombreux par la foudre tombante.

En Grèce, à Locris et à Athènes, on a observé trois violentes secousses de tremblement de terre, avec formation de crevasses profondes au village Charma près des Thermopyles, et effondrement du sol. Orages épouvantables en Europe centrale les 7 et 8 mai 1894.

Du 12 au 15 mai, pendant et après le passage de bolides du 12 au 14 mai, les orages reviennent en Bohême et en Autriche entière.

(1) Voir : *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, sept. 1887. — *Cronica Cientifica Barcelona*. *Las Esterllas fugaces periodicos e los incendios*, 1887.

Digitized by Google

Le 12 mai, à Prague et dans toute la Bohême orages épouvantables à grêle grosse, incendies de bois et de maisons par la foudre.

Le 14 mai, grands incendies de bois en Pensylvanie, qui ont détruit les magasins de pétrole au voisinage de Pittsbourg ; à Prague, à 12 h. 45 m. *p. m.*, orage violent, grêle et ondée ; un groupe de cinq taches assez grandes près du méridien central.

Le 15 mai, à 3 heures *p. m.*, à Prague, ondée de courte durée.

Les 16 et 17 mai, beau temps, la photographie solaire ne montre pas de zones d'absorption.

Le 18 mai, temps lourd, brumeux à Prague, pas de photographie.

Le 19 mai, temps couvert, pluie l'avant-midi, nombre de grandes taches près du méridien central, activité énorme *(voir fig. 1)*, photographie du soleil de 96 millimètres de diamètre, montrant les taches et facules sur le disque solaire.

DOUZIÈME PÉRIODE SOLAIRE DU 20 MAI 1894, PRÉCÉDÉE DU PASSAGE DE L'ESSAIM PÉRIODIQUE D'ÉTOILES FILANTES DU 18 MAI 1894

Le calme des *16 et 17 mai* était en Bohême suivi d'un grand nombre d'orages des plus violents, mais en général de courte durée, causant des dommages énormes par la grêle énorme.

Le 18 mai, à Prague, pluie avec vent fort du soir ; en Bohême, orages effroyables, grêle et inondations dans différents lieux, coup de foudre mémorable dans une maison d'ouvriers de la manufacture de porcelaine à Klösterle, près Carlsbad, en Bohême ; beaucoup d'hommes et de bétail tués par la foudre.

La mer Adriatique houleuse avec des ondes gigantesques.

En Amérique, cyclone détruisant les villes de Cyrone et Holydaysburgh en partie, inondations par le fleuve Juniata.

Le 19 mai, orage effroyable renouvelé à Klösterle en Bohême, douze personnes dont deux jeunes filles, grièvement atteintes par la foudre, et la maison brûlée en partie ; à Prague, la cheminée de l'hôtel de ville du faubourg de Varsovie était frappée par la foudre. En Bohême méridionale, violents orages avec dégâts considérables ; à Graslitz, 7 heures *p. m.*, tremblement de terre.

La mer Adriatique tellement houleuse que les vaisseaux ne peuvent quitter les ports.

En Amérique, tempête effroyable sur le lac de Michigan, la plus violente depuis de longues années, nombreux naufrages et dix hommes noyés. Tempête épouvantable et nombre de naufrages dans l'Océan Pacifique.

Le 20 mai, orage épouvantable à Prague, vers 10 heures du soir, beaucoup de coups de foudre à Prague et aux environs, destruction de fils télégraphiques et téléphoniques par le vent furieux et par les éclairs. La photographie ci-jointe montre les merveilleux éclairs tombant sur des maisons du voisinage du Musée national et de l'Académie des Sciences. La coupole de l'édifice, éclairée et atteinte par l'éclair, projette son ombre sur la brume du ciel, comme une sorte de spectre du Brocken, seulement la lumière solaire se trouve remplacée par la lumière électrique des éclairs. De nombreux éclairs ont atteint des cheminées de deux maisons à Prague et d'une maison à Vinohrady, faubourg voisin du Musée national *(fig.)*.

Digitized by Google

L'agrandissement (trois fois) de cette photographie intéressante montre encore mieux l'ombre de la coupole projetée sur les nuages pendant l'orage. Une autre photographie des éclairs du même orage, que j'ai l'honneur de présenter, montre la même multiplicité des éclairs sortant du même point d'un nuage phosphorescent. L'appareil avec lequel les photographies étaient obtenues était une chambre détective avec lentille aplanétique de Steinheil, placée sur une fenêtre donnant sur la place Saint-Venceslas et au Musée national, au haut de cette large place. Les éclairs ont bouleversé tout dans les trois maisons atteintes par la foudre, et ont causé des dommages considérables par la destruction des fils téléphoniques à l'intérieur et sur les toits.

L'ondée énorme a produit une crue soudaine de la Moldau de 167 centimètres, a inondé les sous-sols des maisons; dans toute la Bohême il y a eu, le 20 mai, de nombreux et violents orages; sur le Rollberg, montagne conique, basaltique, on a observé une trombe atmosphérique descendant des nuages sur la crête de la montagne. Aux environs, beaucoup d'hommes tués et blessés par la foudre, nombre d'incendies, beaucoup de bétail a péri.

La mer Adriatique était en même temps bouleversée par un sirocco furieux, les ports étaient inaccessibles; du 20 au 22 mai, tempêtes continuelles et épouvantables dans l'Océan Atlantique. Tempête effroyable dans la mer Noire, naufrage du vapeur russe *Catherine*, près d'Odessa.

Le tableau suivant donne un coup d'œil très instructif sur l'état de l'atmosphère à Prague, pendant les jours du 18 au 22 mai 1894 :

DATES	PRESSION ATMOSPHÉRIQUE 7h a. m.	2h p. m.	9h p. m.	TEMPÉRATURE max.	min.	VARIATION de la déclinaison $d\delta$	Vent
	mm.	mm.	mm.				
Mai 18 :	732,6	730,6	730,5	23°,0 C.	12°,2 C.	— 12',9	N.-E. fort.
» 19 :	729,1	729,2	729,6	17°,6	7°,5	— 5',2	N.-E. »
» 20 :	728,0	723,8	723,9	22°,0	14°,2	+ 8',3	N.-O. très fort (bourrasque).
» 21 :	723,8	723,8	725,0	16°,4	8°,8	+ 11',4	» fort.
» 22 :	726,2	728,7	730,8	11°,0	7°,8	+ 16',9	» fort.

On voit la persistance de la dépression barométrique, les fortes variations de la température et le vent fort et très fort qui se produit pendant le passage de ces larges et nombreuses séries de taches solaires par le méridien central du soleil; on voit dans cette époque de perturbations extraordinaires du soleil se produire des trombes atmosphériques, des cyclones en Europe et en Amérique, des perturbations magnétiques et des tremblements de terre. J'ai pu ainsi prédire dans les journaux l'arrivée des grandes perturbations atmosphériques et sismiques, comme j'ai prédit, dans la période précédente l'arrivée des grandes perturbations et des tremblements de terre, pendant l'époque du 8 juillet, jours de la période solaire et du passage de l'essaim périodique d'étoiles filantes du 10 juillet 1894, et l'éruption volcanique du 8 juillet 1892.

TREIZIÈME PÉRIODE SOLAIRE DU 1er JUIN 1894 ET PASSAGE DE L'ESSAIM DE BOLIDES DU 31 MAI 1894

Les mêmes événements météorologiques reviennent à l'époque du 31 mai et 1er juin 1894, les mêmes variations brusques et fortes de la pression atmosphérique, de la température et du magnétisme terrestre se répètent, comme à la

Digitized by Google

période précédente, et se prolongent pendant une semaine entière. Les phénomènes météorologiques et sismiques étaient si extraordinaires, comme l'état perturbé de la surface du soleil pendant ces jours.

A Prague et dans toute la Bohême, on a observé une série d'orages des plus violents et des températures excessivement basses, comme en Italie et en Espagne, des variations brusques et considérables du magnétisme terrestre, et des phénomènes électriques extraordinaires, comme à l'époque précédente.

A Prague, la marche du baromètre et du thermomètre était tout à fait remarquable :

DATES	7h a. m.	2h p. m.	9h p. m.	maxima	minima	dS	
	mm.	mm.	mm.				
Mai 25 :	732,8	729,1	724,3	+ 18°,0 C.	+ 12°,2 C.	+ 13',3	
» 26 :	717,8	715,6	716,1	15°,6	8°,6	15',6	pluie : 50mm,9.
» 27 :	718,0	719,2	720,2	16°,0	6°,8	——	pluie : 4mm,8.
» 28 :	721,6	724,8	727,7	12°,8	4°,6	16',9	
» 29 :	729,0	728,4	734,0	17°,2	6°,5	17',9	orage violent, tempête.
» 30 :	730,6	730,0	730,7	17°,4	8°,6	13',0	Crue de la Moldau : 63cm, — de l'Elbe : 116cm.
» 31 :	731,9	730,5	731,5	19°,0	11°,4	12',8	
Juin 1er :	734,0	734,5	731,6	19°,0	9°,0	——	

Une baisse barométrique jusqu'à 715mm,6, un minimum de température de 4°,6 centigrades ne survient que très rarement dans cette saison, et il n'y a rien eu de pareille depuis de longues années. La durée très longue de cette baisse extraordinaire du baromètre est vraiment remarquable et coïncide avec le passage continuel et prolongé de larges et nombreuses taches solaires par le méridien central du soleil, faisant série et produisant simultanément sur la terre une série de perturbations atmosphériques, magnétiques et sismiques.

A ces jours du $\frac{27}{5}$ au $\frac{1}{6}$ 1894 en Europe, en Asie et en Amérique les orages, les cyclones, les ondées, les inondations désastreuses, les tremblements de terre et les écroulements de rochers, la formation de profondes crevasses, ont témoigné l'influence dynamo-électrique du soleil sur la terre, de manière qu'il est évident que ces effets du soleil se portent sur le globe entier : il n'est pas admissible à l'avenir de considérer le temps local, mais il faut embrasser les phénomènes météorologiques et endogènes de la terre entière à de certaines époques de l'année terrestre pour comprendre mieux les lois générales des perturbations atmosphériques et sismiques.

Quatre larges groupes dont un était très long et consistait dans un nombre considérable de petites taches ont passé vers le 29 mai 1894 le méridien central du soleil ; deux taches énormes avec des points lumineux s'approchaient, *le 29 mai*, du méridien central.

A cause du temps affreux, je ne pus obtenir de photographies du soleil que le 30 mai à 9 h. 40 m., par une éclaircie ; les images du soleil étaient entourées de zones très blanches, jusqu'au blanc de neige, de trois à quatre diamètres solaires, vers les bords grisâtres et spiraloïdes, elliptiques, très nettement définies, avec des halos très sombres.

Le 31 mai, à 10 h. 20 m., par une éclaircie très courte, j'ai obtenu des images du soleil entourées de zones en forme de queues de comètes de quatre diamètres solaires, très blanches, avec des halos très sombres.

Digitized by Google

Le 1er juin, à 10 h. 23 m., par une éclaircie, zones rougeâtres et grisâtres de deux à trois diamètres solaires circulaires et peu elliptiques.

En Italie et en Espagne, à la nuit du 28 au 29 juin, bourrasques, très fortes gelées ; aux montagnes, orages à neige d'une violence inouïe ; en Bohême, orages violents et neige abondante tombant sur les montagnes, crue de 167 centimètres de la Moldau ; violentes secousses de tremblements de terre à Lagonegro causant une panique.

Même phénomène aux montagnes du Salzkammergut et de l'Autriche supérieure. La nuit *du 30 au 31 mai*, orages excessivement violents dans toute la Bohême ; dans les montagnes de la Bohême, la neige tombait comme en hiver, fortes gelées.

Le 1er juin est remarquable par le nombre des tremblements de terre : secousses violentes à Lerida et écroulement d'une colline sur le village Esplabins aux environs de Lerida ; quatorze hommes tués, nombre de blessés.

Tempête effroyable dans l'Océan Atlantique, naufrage du vapeur hollandais l'*Amiral-Ruyter*, soixante-deux hommes noyés. Inondations désastreuses en Amérique par la pluie prolongée pendant plusieurs jours, renouvelée à Denver, dommages énormes de plus d'un million et trois quarts de francs.

Beaucoup d'incendies et d'hommes tués dans la nuit du 1er au 2 juin en Bohême.

C'est donc bien l'activité extraordinaire du soleil pendant cette époque de la fin de mai, qui a fait éprouver à notre petit globe tant de *désastres* en bouleversant à la fois l'atmosphère et l'intérieur du globe.

C'est l'action électro-dynamique du soleil, parfois encore agrandie par celle de corps cosmiques passant par l'atmosphère terrestre, qui nous a valu ces phénomènes extraordinaires des perturbations atmosphériques et sismiques ; c'est ainsi que le cyclone solaire en quelque sorte télégraphiquement transporte en partie son énergie vers la terre et les autres planètes de notre système solaire.

C'est la simultanéité des grands phénomènes solaires et terrestres qui prouve leur origine commune, et c'est au moyen du télescope, du spectroscope et de l'héliophotographie, que les météorologistes de l'avenir parviendront à prédire, non le temps local, mais les grandes perturbations générales de l'atmosphère terrestre et de l'intérieur du globe.

La météorologie générale doit entrer ainsi dans le domaine de l'astronomie, dont elle fera désormais sa base sûre et inébranlable, laissant la théorie des gradients faire prévoir, s'il se peut, le temps local.

Digitized by Google

M. F. VIDAL

Professeur d'Hydrographie de la Marine, à Bastia.

SUR LE MIRAGE MARIN

— Séance du 11 août 1894 —

On sait que le mirage marin, étudié principalement par Biot et Bravais (1), a été assimilé par ces deux savants au mirage d'Égypte. Dernièrement, MM. Macé de Lépinay et A. Pérot (2), ont fait de ce phénomène une étude expérimentale très complète et très intéressante. Ils trouvent une caustique différente de celle de Biot et expliquent, par cela même, des circonstances de mirage devant lesquelles la théorie de ce physicien restait impuissante.

En somme, dans le cas le plus fréquent, tout se passe comme si la surface de la mer était recouverte d'un miroir surélevé, masquant les objets placés au-dessous de lui et permettant à ceux placés au-dessus de s'y réfléchir. C'est ainsi que les caps paraissent coupés à leur base, les îles suspendues, les navires déformés, etc....

Si l'on veut se donner rapidement une idée nette du phénomène, on n'a qu'à exécuter la petite expérience que voici :

On place sur une table, horizontalement, un verre de vitre juché sur deux morceaux de bois ou sur deux livres posés à plat, de telle façon qu'il y ait un certain intervalle entre la vitre et la table.

On appuie ensuite une île de carton, verticalement, sur la table, à une des extrémités du verre. Mettant alors l'œil au-dessus de la vitre et un peu haut, on aperçoit la base de l'île à travers le verre.

Si on abaisse l'œil, on voit la base de l'île disparaître et faire place soit à l'image renversée de l'île elle-même, soit, vers les pointes, à l'image du ciel placé derrière elle dont on peut faire varier la couleur.

On reproduira, d'une façon analogue, la plupart des circonstances du mirage marin.

(1) Biot, *Mémoire sur les réfractions extraordinaires qui s'opèrent très près de l'horizon.* — Bravais, *Voyage en Scandinavie.*

(2) *Annales de Physique et de Chimie*, septembre 1892.

Digitized by Google

Seulement, ici, la réflexion n'a de limite que la longueur du verre, tandis qu'en réalité il n'y a plus de réflexion possible au delà d'une certaine hauteur.

La présente note n'apportera aucune contribution à la théorie du mirage ; elle a pour but de présenter quelques considérations d'un observateur placé journellement en face de ce beau phénomène et qui a pu surtout en constater la *permanence et la persistance par coup de vent.*

De Bastia, où nos observations ont été faites, on aperçoit, dans l'est, l'île d'Elbe ; dans le sud-est, l'île de Monte-Christo ; dans le sud-sud-est, la pointe d'Arco, basse et sablonneuse ; dans le nord-est, l'île de Capraja ; entre cette île et l'île d'Elbe, quand le temps est beau, les sommets de l'Apennin. Or, pendant quatre ans, nous avons vu, presque quotidiennement, la plupart de ces terres, le soleil, les nuages, les navires soumis à des déformations dues très certainement au mirage. Les retraits des pointes présentaient la teinte exacte du ciel au-dessus d'elles et l'on voyait la teinte du retrait changer successivement avec celle du ciel.

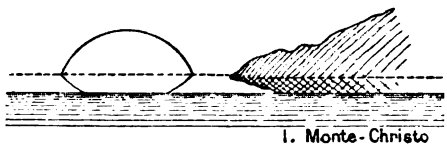


Fig. 1.

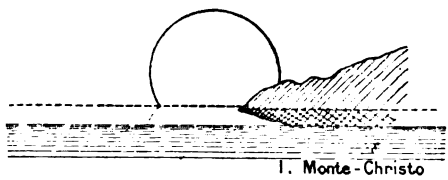


Fig. 2.

Les figures 1 et 2 montrent un exemple saisissant du phénomène. Le *soleil et l'île de* Monte-Christo sont évidemment déformés par le mirage : dans son mouvement azimuthal, le soleil passe de la position (1) à la position (2) et le retrait de la pointe passe de l'image du ciel rose à l'image éclatante du soleil.

Cela suffit à prouver que nous ne pouvions nous tromper et que le spectacle que nous avons eu si souvent sous les yeux est bien dû au mirage.

Un pareil phénomène semble, par sa nature, devoir être éphémère et disparaître au premier souffle de vent, sa cause résidant dans un échafaudage anormal des couches d'air voisines de la surface de la mer.

Aussi, Biot dit que « le calme de l'air y est nécessaire » ; M. Faye, résumant, sans doute, l'opinion générale, écrit dans son *Cours d'astronomie nautique :* « Mais ces phénomènes répondent à un état d'équilibre instable de l'atmosphère, *tout à fait exceptionnel et passager.* Les circonstances atmosphériques que le mirage exige sont très rares en pleine mer et disparaissent *au moindre souffle d'air.* »

Or, à Bastia, pendant la saison froide, le mirage est *permanent.* Il commence à le devenir dans les premiers jours d'octobre et cesse de l'être vers la fin avril.

Digitized by Google

Nous l'avons d'ailleurs observé par calme, avec de la pluie, au travers d'un grain ; le matin, en plein midi, le soir et, enfin, nous l'avons vu persister des journées entières par *coup de vent*.

Cette permanence par calme et cette persistance malgré l'agitation de l'air tiennent, sans doute, à la petitesse de la différence de température entre l'air et l'eau, nécessaire au renversement des densités, et aussi à la rapidité avec laquelle l'air s'échauffe, comme le prouve l'exemple suivant.

Nous avons observé le mirage, l'été dernier, sur le parapet d'une route. Ce parapet, construit en grès et orienté à peu près nord et sud, était échauffé par le soleil, depuis 5 heures du matin jusqu'à 1 heure du soir, moment où l'ombre des maisons voisines venait le recouvrir. Or, pendant toute l'après-midi, nous pouvions reproduire, avec des soleils, des navires et des îles de carton, le mirage marin sous ses différents aspects, malgré la brise qui était quelquefois *forte*.

Bien plus, le phénomène persistait pendant la nuit, alors que la pierre était froide à la main ; et c'était un spectacle bien saisissant que de voir se réfléchir, sur cette pierre rugueuse, la flamme d'une lampe et le visage de la personne qui la portait.

Une photographie montre le mirage d'un morceau de carton, sur le parapet en question. Les parties noires que l'on voit, à droite et à gauche de l'image blanche, sont dues à la réflexion des vêtements de la personne qui tient le carton. Ces teintes masquent, d'ailleurs, une partie du parapet. C'est M. Barbet, architecte à Nice, qui a su prendre très habilement cette photographie.

Ainsi, à Bastia du moins, pendant la moitié de l'année, l'échafaudage des densités des couches d'air, au-dessus de la surface de la mer, est inversé et le principe d'Archimède est violé d'une façon à peu près permanente. C'est déjà un fait bien curieux au simple point de vue philosophique, mais qui entraîne avec lui des conséquences au point de vue pratique.

Les tables de dépressions apparentes sont, en effet, construites dans l'hypothèse d'une surélévation de l'horizon géométrique. Or, d'après la théorie de Biot, quand il y a mirage, l'horizon est abaissé, la dépression apparente est plus grande que la dépression vraie. Si la permanence du mirage en hiver existe ailleurs qu'à Bastia, ce qui est probable, il est évident que les tables donnent des résultats faux. Par suite, les batteries de côtes et les navires de guerre qui se servent de l'horizon de la mer pour régler leur tir commettent nécessairement des erreurs. Il en est de même des navigateurs qui, à tort sans doute, règlent leurs chronomètres en observant le soleil, dans des rades ouvertes, audit horizon.

La constatation de l'abaissement de l'horizon, par mirage, exige l'emploi du théodolite.

Digitized by Google

A l'œil nu, cependant, nous avons pu vérifier que, par mirage, l'horizon est plus bas que sans mirage.

Nous nous placions, pour cela, dans l'angle d'une porte, les pieds et la tête toujours au même point. Nous apercevions la ligne d'horizon se

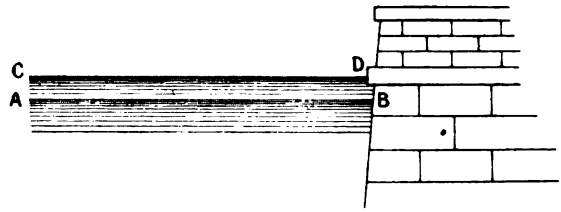


Fig. 3.

déplacer le long d'un mur ; nous la voyions *(fig. 3)* suivant AB les jours de mirage et suivant CD les jours où il n'y en avait pas. Nous nous sommes d'ailleurs assurés, expérimentalement, qu'une erreur d'un décimètre, tout à fait impossible sur la position de notre œil, ne pouvait pas être la cause du déplacement observé.

Mais nous avons pu aller plus loin et vérifier, sans autre instrument qu'un sextant, l'abaissement de l'horizon géométrique par mirage.

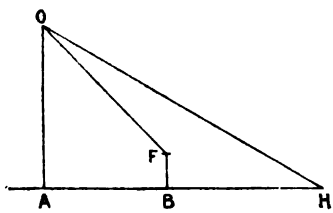


Fig. 4.

Soit O *(fig. 4)*, l'œil de l'observateur; F, le fanal rouge de l'entrée du nouveau port de Bastia; H, l'horizon de la mer. Mesurons au sextant (par deux contacts successifs pour éliminer l'erreur instrumentale) l'angle FOH. F étant à 400 mètres environ de A, sa réfraction est négligeable. Si donc l'angle FOH varie, cette variation est égale à la variation de la réfraction de H.

Nous avons mesuré vingt-cinq fois cet angle par mirage et vingt-cinq fois sans mirage. Voici les valeurs trouvées :

Dates.	Intensité du mirage.	Angle mesuré.	Dates.	Intensité du mirage.	Angle mesuré.
4 déc. midi.	faible . .	38′45″	31 janv. 5 h. soir.	nul . . .	39′20″
6 déc. 7 h. matin.	assez fort.	38′15″	1er fév. 7 h. matin.	modéré .	38′20″
6 déc. midi.	fort . . .	38′05″	2 fév. midi.	nul . . .	40′40″
17 déc. midi.	nul . . .	39′02″	5 fév. 4 h. soir.	fort.. . .	38′15″
18 déc. 2 h. soir.	nul . . .	38′35″	7 fév. 7 h. matin.	fort . . .	38′30″
22 déc. 2 h. soir.	nul . . .	39′20″	8 fév. 7 h. matin.	fort . . .	38′10″
25 déc. 2 h. soir.	modéré. .	38′20″	9 fév. 8 h. matin.	nul . . .	39′40″
29 déc. 9 h. matin.	nul . . .	39′30″	11 fév. midi.	nul . . .	41′10″
4 janv. midi.	fort . . .	38′05″	21 fév. 7 h. matin.	fort . . .	38′25″
6 janv. midi.	nul . . .	38′55″	26 fév. 7 h. matin.	nul . . .	40′20″
11 janv. 7 h. matin.	fort . . .	38′05″	3 mars 7 h. matin.	nul . . .	40′40″
21 janv. midi.	nul . . .	39′20″	8 mars 6 h. matin.	nul . . .	40′00″
30 janv. midi.	nul . . .	39′35″	10 mars 2 h. soir.	nul.. . .	40′35″

Digitized by Google

Dates.	Intensité du mirage.	Angle mesuré.	Dates.	Intensité du mirage.	Angle mesuré.
20 mars 7 h. matin.	assez fort.	38′30″	11 janv. 8 h. matin.	modéré .	39′05″
21 mars 7 h. matin.	assez fort.	38′25″	13 janv. 8 h. matin.	modéré .	38′50″
25 mars 2 h. soir.	nul . . .	39′45″	13 janv. 1 h. soir.	faible . .	39′50″
28 mars 4 h. soir.	nul . . .	39′40″	14 janv. 7 h. matin.	faible . .	39′20″
12 avril 7 h. matin.	faible . .	38′55″	16 janv. midi.	nul . . .	39′40″
16 avril 7 h. matin.	faible . .	39′15″	18 janv. 7 h. matin.	nul . . .	39′40″
26 août 7 h. matin.	nul . . .	39′15″	21 janv. 7 h. matin.	nul . . .	40′05″
20 sept. midi.	nul . . .	39′30″	30 janv. 7 h. matin.	faible . .	39′15″
29 nov. 8 h. matin.	faible . .	38′50″	1er fév. 7 h. matin.	modéré .	39′00″
23 déc. 7 h. matin.	faible . .	39′55″	7 fév. 8 h. matin.	faible . .	39′55″
1er janv. 7 h. matin.	fort . . .	37′35″	13 fév. 7 h. matin.	nul . . .	40′25″
9 janv. 2 h. soir.	nul . . .	40′10″	14 juin 10 h. matin.	nul . . .	40′40″

La moyenne des cinquante mesures nous donnera une valeur très approchée de l'angle exact, dépouillée, d'abord, des erreurs de lecture, de celles provenant de la marée, de l'instabilité de l'œil malgré les précautions prises et *aussi de la réfraction, s'il est vrai que, par mirage, l'horizon soit abaissé et que, sans mirage, il soit relevé.*

Nous trouvons :

Angle moyen (par suite exact).	39′16″
Moyenne des angles plus grands que l'angle moyen.	39′57″
DIFFÉRENCE.	41″

Cette différence représente la *réfraction moyenne de H.*

En effet, OA mesuré directement = 19m,05.

Les tables donnent pour 19 mètres :

Dépression vraie	8′24″
Dépression apparente.	7′44″
DIFFÉRENCE.	40″

La concordance de ces deux chiffres n'est-elle pas curieuse et ne prouve-t-elle pas, à la fois, et l'exactitude du principe immédiatement énoncé et la puissance des moyennes ?

Ajoutons, d'ailleurs, que nous prenons ces chiffres pour ce qu'ils valent et que nous ne leur attachons pas une trop grande importance. Ce qui est hors de doute, c'est que l'angle mesuré croît nettement à mesure que le mirage diminue.

Cet abaissement de l'horizon se produit-il de la même façon tout autour de l'observateur ?

En général, à Bastia, toutes les terres sont soumises en même temps au phénomène. Nous avons observé, cependant, plusieurs fois, la pointe d'Arco sans mirage et les autres terres déformées, et réciproquement. La

Digitized by Google

dépression ne pouvait être alors la même sur tous les points de l'horizon. La différence n'était pourtant pas visible à l'œil nu parce que le changement de dépression s'effectuait, probablement, d'une manière continue et insensible.

Le 18 mai 1888, à 5 heures de l'après-midi, nous fûmes le témoin d'une solution de continuité de l'horizon extrêmement curieuse. Elle se produisit entre le cap Sagro et l'île de Capraja, sur un espace horizontal d'environ

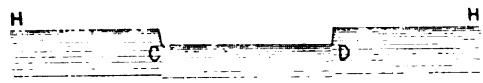


Fig. 5.

6 degrés; la ligne inférieure CD *(fig. 5)* était abaissée, au-dessous du reste de l'horizon HH, de 3′ à 4′ environ. Cette coupure se déplaçait lentement vers l'est. Elle subsista pendant près d'une heure.

Nous pensons aussi que l'observation du mirage peut rendre des services dans la prévision du temps.

Généralement, plus le mirage est intense, plus on a de chances d'avoir des vents froids; plus il est faible, plus les vents chauds sont probables.

Les vents de nord-est, vents qui abaissent de 1 degré la température normale de Bastia, donnent des mirages intenses.

Ainsi, par exemple, du 18 au 21 décembre 1891, nous relevons sur notre journal :

Vent de nord-est, force 5 à 6, mirage intense toute la journée.

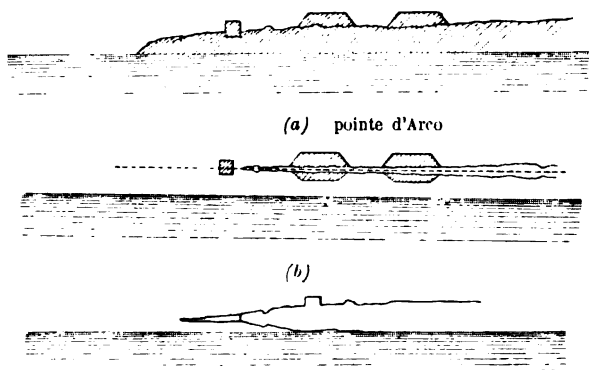


Fig. 6.

Avec les vents de sud-est (sirocco) ou de sud-ouest (libeccio), vents qui élèvent de 1 degré la normale, le mirage fait défaut.

Quand, dans un coup de vent de libeccio, le mirage apparaît, le vent ne tiendra pas ; il va haler le nord-ouest et tomber. Ainsi le 18 février 1892:

Digitized by Google

7 heures matin, sud-ouest 8, mirage fort ; 2 heures soir, ouest 2 ; le vent tombe à 5 heures du soir.

La forme du mirage d'une pointe déterminée est variable et ses variations peuvent donner des indications sur le temps.

En mirage normal, la pointe d'Arco *(fig. 6 a)* a l'aspect *(b)* ; quand elle prend l'aspect *(c)*, on peut prédire, à coup sûr, *le libeccio*.

On voit donc que le mirage offre, au point de vue météorologique, un champ fertile à explorer.

Nous pensons même que l'on arriverait rapidement à une loi précise, en déterminant, au moyen du théodolite, dans un lieu donné, à un point fixe, la dépression de l'horizon de la mer et en étudiant les variations de cette dépression dans leurs rapports avec les changements du temps.

Dans les stations météorologiques situées en face de la mer, le théodolite aurait sa place marquée à côté des autres instruments déjà en usage et les changements de la distance zénitale de l'horizon de la mer fourniraient des renseignements analogues et peut-être supérieurs à ceux que donnent actuellement les variations des colonnes barométrique et thermométrique.

M. H. DENEUX

Secrétaire du Syndicat des Agriculteurs, à Tarbes.

SUR LA MÉTÉOROLOGIE APPLIQUÉE AUX TRAVAUX DE L'AGRICULTURE

— Séance du 14 août 1894 —

Chacun répète au cultivateur qu'il doit posséder un baromètre indicateur du temps pour l'exécution de ses travaux, de ses déplacements, et afin qu'ayant la certitude du temps, il afferme des ouvriers, prépare son outillage et tout ce qui lui est nécessaire pour le lendemain.

Mais nous savons trop bien, hélas! que cet instrument est insuffisant, que nous en sommes encore à celui de Torricelli et de Pascal, avec les naïves indications du XVIIe siècle.

Que disent de plus les nouveaux baromètres enregistreurs du jour : la courbe de montée indique le beau temps et celle de descente le mauvais!

Cependant, il y a mieux : celui de MM. Plumandon et Colomés semble

Digitized by Google

réaliser un vrai progrès dans l'outillage météorologique, et si, dans la limite des convenances, vous le recommandiez, l'étude du temps y gagnerait, attendu que cet instrument joint à la pression barométrique la température par l'application des lois de Dowe et de Buys-Ballat, qui, tout en considérant les vents comme causes premières, n'est pour nous que la chaleur et le froid produit par son action suivant la loi de Dulong et Petit : les vitesses de refroidissement dues au seul contact d'un gaz croissent en proportion géométrique.

Au point de vue cultural, dans nos articles, nous prévenions les cultivateurs de l'insuffisance du baromètre, et nous les engagions à y coller une légende tenant compte des saisons, qui donnent chacune une espèce particulière de pluie, ayant une dénomination particulière et des quantités d'eau propre à la saison.

Aux instruments impressionnés par des centres de dépression principaux et secondaires, nous indiquions ceux qui nous affectent plus particulièrement et engagions les agriculteurs à lire attentivement les bulletins météorologiques, à ne redouter dans les orages que ceux qui surviennent à la suite d'une élévation de température au-dessus de 20 degrés, les seuls qui aient chance de donner de la grêle; encore faut il que l'orage ne vienne pas à la suite d'une grande sécheresse ayant fait disparaître toute humidité reliant l'électricité aérienne à celle de la terre.

Nous devons à M. Renou un enseignement bien tranquillisant pour nos campagnes, c'est celui que produit un excès de pression barométrique qui affecte les mêmes symptômes qu'une dépression, fait peur et paralyse tous les travaux et les déplacements.

Il est évident qu'en propageant ces connaissances : que la baisse barométrique, l'hiver, n'a pas la même importance que dans les autres saisons, puisque l'air est dépourvu de vapeur; que les pluies de printemps sont bien plus des pluies de saturation que de dépression barométrique; que celles de l'été se produisent bien souvent par suite de condensation provenant de superposition de nuages ou de courants convergents; enfin, que la grêle n'est pas aussi fréquente que chacun le pense et que le temps menaçant ne comporte pas toujours de la pluie.

Notre communication se bornerait à peu près à ces quelques remarques, si la chaleur, la lumière et l'électricité ne faisaient point partie de nos éléments vitaux.

Un exemple en passant :

Les lignes isothermes sont des indications, ainsi que les baromètres et les thermomètres; mais, comme eux, combien faut-il que le météorologiste dise : Méfiez-vous, 150 mètres d'altitude, suivant les saisons encore, équivalent à un degré en moins : vous êtes à 300 mètres, faites la division, et vous verrez que la ligne qui passe dans la plaine n'est pas la vôtre, et

Digitized by Google

que vos cultures doivent différer; également, vous avez une lumière plus diffuse, par suite de condensations répétées; l'orage se forme plus vite sur la montagne; toutefois, vous avez comme compensation une température moins élevée, partant, moins de grêle; des cultures moins délicates, faute de lumière, et l'électricité assainie et force vos cultures au point de les rendre luxuriantes de verdure.

Ainsi donc, pour nous, l'*alma parens*, la mère bienfaisante, c'est la météorologie, attachant l'homme à la terre, chassant les appréhensions de tous les instants, les inquiétudes qui troublent les nuits des laboureurs; c'est la vie bien comprise, le travail presque assuré, l'intelligence y entrant pour une plus grande part.

Pour obtenir ce résultat, il faut que les sciences suivent l'homme, qu'elles le cherchent, se cramponnent à lui jusqu'à ce que l'homme soit sur le chemin de la vérité, jusqu'à ce qu'il s'écrie : Merci, là est la lumière!

Avant de clore cette simple communication, laissez-moi espérer qu'au moins vous direz une parole, que vous adresserez une invitation à la publicité de vous aider à propager la notion du bien parmi tant de créatures, qui en sont encore à repousser le bien que les agronomes leur font dans les conférences, ce qui ressemble, il est vrai, à des sermons trop ressassés; faites que, par des articles, que chacun retrouve, que chacun lit par curiosité, nous pénétrions dans ces esprits localisés, en excitant une simple curiosité qui, se rattachant à la culture, captive homme, femme et enfant, en nous identifiant à eux.

M. Georges ROLLAND

Ingénieur en chef des Mines.

TEMPÉRATURE DES EAUX ARTÉSIENNES DU BAS SAHARA ALGÉRIEN (OUED-RIR' ET OUARGLA) ET LOI D'ACCROISSEMENT DES TEMPÉRATURES AVEC LA PROFONDEUR

— Séance du 14 août 1894 —

En Europe, il résulte d'observations multiples faites dans les mines, sur les puits artésiens, etc. (1), que la température des couches terrestres

(1) Oscar Peschels et Gustave Leipoldt. — *Physische Erdkunde* (Leipsig, 1884).

Digitized by Google

croît à peu près régulièrement avec la profondeur, et que, sauf variations locales, cet accroissement de température, compté à partir de la couche de température constante, est, en moyenne, de 1 degré pour une trentaine de mètres d'augmentation de profondeur (jusqu'à une certaine profondeur tout au moins).

Dans le bas Sahara algérien, l'accroissement de température avec la profondeur est notablement plus rapide, en raison des eaux artésiennes qui imprègnent les terrains de ce bassin.

Les sondages de l'Oued Rir' (1), ont permis de faire de nombreuses observations sur les températures des nappes artésiennes qui règnent sous cette région. Malheureusement leurs indications sont assez peu concordantes entre elles. Même à ne considérer que la température de la nappe jaillissante principale, on y trouve des chiffres variant de 23° à 26°,8. Que l'on se reporte aux températures moyennes par groupes de puits, tels que ces groupes ont été distingués par moi dans un *Tableau synoptique pour l'étude des sondages de l'Oued Rir'* (2), on voit qu'elles varient encore de 24°,6 à 26°,1.

Le tableau suivant résume, pour les principaux groupes de sondages, les profondeurs moyennes auxquelles les débits maxima de la *grande* nappe ont été atteints et les températures moyennes qui leur correspondent, d'après les observations que l'on possède.

GROUPES PRINCIPAUX DES PUITS JAILLISSANTS TUBÉS DE L'OUED RIR' (du Nord au Sud)		PROFONDEUR MOYENNE du maximum de débit de la nappe jaillissante principale	TEMPÉRATURE MOYENNE de la nappe jaillissante principale
		mètres	degrés
1° *Artère artésienne principale*	Groupe d'Ourir (Mraïer).	75	25,2
	— de Tinedla.....	80	26,1
	— d'Ourlana.....	70	25,5
	— de Moggar.....	70	25,8
	— de Tebesbest (Tougourt).....	81	25,5
2° *Groupes latéraux (à l'Ouest)*	Groupe des Tamerna.....	60	24,8
	— de Sidi-Rached...	55	24,8

On voit que, le long de l'artère principale de l'Oued Rir', la profondeur moyenne du maximum de débit de la nappe, c'est-à-dire du cœur même

(1) Georges ROLLAND. — Géologie du Sahara, pl. XX, XXI et XXII (Challamel, éditeur, 1890).

(2) Georges ROLLAND. — *De l'utilisation des eaux artésiennes du bas Sahara algérien*, (Congrès de l'utilisation des eaux fluviales. Exposition universelle de 1889).

Digitized by Google

du gisement artésien, se trouve comprise, suivant les groupes, entre 70 et 81 mètres, et la température moyenne correspondante entre 25°,2 et 26°,1. On constate, de plus, que latéralement, à l'ouest de l'artère principale, alors que la profondeur moyenne n'est plus que de 55 à 60 mètres, la température correspondante diminue en conséquence et n'est plus que de 24°,8, en moyenne.

Ce premier aperçu montre donc que, latéralement, la température diminue avec la profondeur ; mais si l'on cherche à serrer de plus près la question, si, par exemple, l'on compare entre elles les profondeurs et les températures moyennes le long de l'artère principale, pour se rendre compte de leurs corrélations, on n'arrive à rien de précis, on ne voit apparaître clairement aucune loi de variation de température des eaux artésiennes, ni avec la profondeur, ni avec la latitude.

Le résultat des recherches est naturellement encore plus négatif si, ne se contentant plus des moyennes par groupes, on veut poursuivre la comparaison de ces deux éléments, — profondeur et température de la nappe principale, — entre les divers sondages pris isolément, soit dans un même groupe, soit d'un groupe à l'autre. Enfin, la confusion devient complète, quand on ne considère plus seulement la nappe principale, mais aussi les nappes secondaires qui sont consignées dans les journaux de sondage, et quand on s'efforce de coordonner les différences de température et de profondeur de ces nappes successives, pour en déduire une loi générale.

Ville avait déjà entrepris un travail de ce genre, tant pour les sondages du Hodna que pour ceux de l'Oued Rir'. Mais, ainsi qu'il le dit lui-même dans son ouvrage (1), il n'avait pu aboutir qu'à de grossières approximations, surtout pour le Sahara. Ses conclusions étaient que la loi de progression de la température avec la profondeur n'est pas constante dans les divers points du Hodna, ni du Sahara ; que, dans le Hodna, la température augmente souvent d'un degré pour un accroissement de température de 20 mètres, et que, dans l'Oued Rir', elle augmente sans doute plus rapidement encore en profondeur (2). Il croyait même pouvoir ajouter, d'après les observations faites entre Biskra et Tougourt, qu'au Sahara « l'accroissement de profondeur pour un degré d'accroissement de température diminue, en général, à mesure qu'on marche vers le Sud ».

A mon tour, j'ai repris maintes fois la question, interrogeant, sous toutes les formes possibles, les journaux tant anciens que récents de

(1) L. VILLE, *Exploration des bassins du Hodna et du Sahara*, 1865.

(2) Ville citait, à ce propos, huit sondages de l'Oued Rir' ; l'accroissement de profondeur pour 1 degré d'augmentation de température y variait de 5m,40 à 22m,08 ; la moyenne étant de 12m,39. Dans le groupe d'Ourir, au nord de l'Oued Rir', il trouvait 17m,35 pour un degré de température le plus.

Digitized by Google

l'Oued Rir'. Mais je me suis toujours heurté à une série d'anomalies, soit entre les divers sondages, soit entre leurs divers groupes.

Il est souvent impossible d'expliquer ces anomalies autrement que par des erreurs provenant ou d'observations mal faites, ou d'instruments mal gradués et inexacts. Une grande partie des indications consignées dans les journaux de sondage sont loin d'offrir des garanties sous ce rapport. Ajoutons que les erreurs en question peuvent être du même ordre que les différences de température qu'il s'agit d'apprécier, et sur lesquelles roulerait une discussion dès lors oiseuse.

Une autre cause d'incertitude est que parfois il y a mélange dans le trou de sonde entre les eaux des nappes de niveaux différents, soit par suite de dispositions défectueuses dans les tubages, soit qu'on ait intentionnellement capté deux nappes successives, en vue d'augmenter le débit des puits. La température de la gerbe qui jaillit à l'orifice est alors intermédiaire entre celles des nappes qui s'y mêlent, et l'on ne saurait plus la prendre comme correspondant à la nappe principale (1).

Je me suis proposé néanmoins, de concert avec M. Jus, d'éliminer toutes les observations de température qui, pour les raisons précédentes ou pour d'autres, pouvaient sembler douteuses ou non probantes, et de ne retenir que celles faites avec des garanties suffisantes d'exactitude, sur des puits bien conditionnés, où seule la nappe principale se trouve captée, sans mélange avec les eaux d'autres niveaux. Nous avons jugé qu'une trentaine de puits seulement (répartis dans les diverses parties de l'Oued Rir'), répondaient à ces *desiderata*. Or, même dans ces conditions, on ne constate pas davantage une température uniforme pour une profondeur déterminée ; on reconnaît parfois, au contraire, des différences fort nettes entre les températures de puits assez voisins et de profondeurs tout à fait semblables.

Il semble, dès lors, bien certain que la grande nappe des eaux artésiennes de l'Oued Rir' n'a pas partout une température constante, même le long de l'artère principale : sa température peut varier de 1 degré même à des distances très rapprochées. Ces variations rapides ne sauraient s'expliquer, à mon sens, que par des conditions différentes d'alimentation souterraine ; et l'on s'en rend compte, en particulier, si l'on admet avec moi que, parmi les divers modes d'alimentation, il existe, de distance en distance, à l'aplomb de l'artère artésienne de l'Oued Rir', des cheminées spéciales d'ascension correspondant à des sources crétacées de la profondeur. Mais toute observation directe était évidemment impossible dans cet ordre d'idées.

(1) Je ne parle pas du refroidissement dû à l'action des parois du trou de sonde sur la colonne ascensionnelle d'eau jaillissante, attendu qu'il peut être considéré comme négligeable sur les eaux des nappes d'un certain débit, les seules que l'on ait coutume d'envisager.

Digitized by Google

Somme toute, le mieux, pour aboutir à une conclusion ferme et générale relativement à la température de la grande nappe de l'Oued Rir', était de prendre la moyenne des températures ainsi retenues comme les plus dignes de confiance, de manière à compenser les effets des variations locales, en même temps que les erreurs d'observation qui auraient pu échapper.

J'ai pris d'abord cette moyenne le long de l'artère principale, d'Ourir à Tebesbest par Ourlana, et trouvé ainsi *une température moyenne de 25°,6 pour une profondeur moyenne de 75 mètres* (1). Résultat qui peut être présenté comme indiscutable.

Que si l'on fait intervenir en plus les deux groupes latéraux des Tamerna et de Sidi-Rached, on trouve une température de 25°,4 pour une profondeur moyenne de 71 mètres (2). Soit une différence de température de 0°,2 pour une différence de profondeur de 4 mètres : cela équivaut à un accroissement de température d'un degré pour une augmentation de profondeur de 20 mètres. L'indication est intéressante à noter, d'autant plus qu'elle concorde avec la loi à laquelle j'aboutirai tout à l'heure ; mais un raisonnement semblable, basé sur une aussi faible différence de profondeur, ne saurait être considéré que comme très approximatif.

Connaissant la température moyenne de l'artère principale de l'Oued Rir', — 25°,6 pour une profondeur de 75 mètres, — j'ai considéré que la méthode la plus sûre pour déterminer l'accroissement de température avec la profondeur sous cette région, était de prendre comme base le résultat ainsi établi et de le comparer à la température du sol près de la surface, ou, plus exactement, à celle de la couche dite *invariable* (c'est-à-dire à la température du niveau du sous-sol où les variations extérieures d'une saison à l'autre ne se font plus sentir). Malheureusement, pour avoir la profondeur et la température de cette couche au Sahara, on ne possède que des observations bien incomplètes faites ça et là sur les puits ordinaires.

J'ai consulté cependant deux hommes dont la compétence en matière de météorologie saharienne est reconnue : M. E. Renou et M. L. Teisserenc de Bort, et, grâce à leur obligeant concours, je peux présenter à cet égard les indications suivantes.

La température moyenne de l'air à Biskra, d'après les observations de *M. Colombo*, est de 21° à 21°,5, elle doit être un peu plus élevée à Tougourt, *mais de bien* peu. « Les puits de 20 mètres, ajoute M. Renou, ont

(1) Une remarque assez curieuse est que l'on trouve absolument le même chiffre de 25°6, en prenant la moyenne de toutes les observations de température des puits jaillissants qui atteignent la grande nappe le long de l'artère principale, sans en écarter aucune. Cela prouve que les erreurs d'observation se compensent dans cette moyenne générale, mais cela n'était pas évident *a priori*.

(2) Même remarque, en prenant la moyenne générale, y compris les puits de ces deux groupes latéraux.

Digitized by Google

des températures d'environ 22 degrés, bien en rapport avec cette température de l'air. » M. L. Teisserenc de Bort estime également, d'après les renseignements recueillis sur les puits du Souf, qu'il faut bien aller à 20 mètres pour trouver une température constante (1), et il considère que celle-ci est de 22 à 23 degrés (2).

Ainsi donc, la différence de profondeur entre la couche invariable et le cœur de la grande nappe de l'Oued Rir' serait d'environ 55 mètres, et la différence des températures correspondantes serait, en moyenne, d'environ 3 degrés : soit, pour un accroissement de température de 1 degré, une augmentation de profondeur de $18^m,30$, ou, en chiffres ronds, de près de 20 mètres.

Dans tout ce qui précède, je n'ai envisagé, en fait de nappes profondes, que les températures des eaux artésiennes de l'Oued Rir'. Il serait intéressant, d'autre part, de poursuivre la même étude, plus au sud, sur la seconde artère artésienne de l'intérieur du bas Sahara, savoir celle de la région de Ouargla, et de voir si la considération des températures artésiennes y conduit à des conclusions semblables.

A Ouargla, mes propres observations sur les températures des puits jaillissants donnent une moyenne de $24^o,2$. J'évalue la profondeur correspondante de la nappe jaillissante à un peu plus de 35 mètres.

Mais il faut remarquer qu'on se trouve ici au fond d'une dépression beaucoup plus caractérisée que celle de l'Oued Rir' ; en contre-haut, on a, surtout à l'ouest, une grande masse de terrains (3). Il doit résulter de cette situation un accroissement plus rapide des températures des eaux souterraines à partir de la surface sous le bas-fond. La couche de température constante doit être déjà moins profonde, mais il serait difficile de préciser de combien.

Contentons-nous donc, à Ouargla, de prendre la différence entre les températures de l'air et de la nappe artésienne, et de la comparer à la différence correspondante dans l'Oued Rir'. La température de l'air doit être sensiblement la même de part et d'autre ; car, si Ouargla est situé plus au sud, son altitude, par contre, est supérieure : admettons $21^o,5$. La différence entre la température de l'air et celles des eaux artésiennes de la profondeur serait alors de $2^o,7$ à Ouargla et de $4^o,1$ dans l'Oued

(1) On sait que, règle générale, la profondeur de la couche *invariable* dépend de la conductibilité du sol et de l'importance des différences de température entre les saisons les plus chaudes et les plus froides.

Au Sahara, l'amplitude diurne est beaucoup plus grande que dans nos climats (à peu près le double). Mais l'amplitude annuelle est à peu près la même.

(2) Au Sahara, l'augmentation de température du sol, par rapport à celle de l'air, doit être plus grande que dans nos climats, à cause de l'importance de l'absorption de chaleur sous l'effet des rayons solaires.

(3) Georges Rolland. — Géologie du Sahara, pl. XVIII, *fig. 8* (Challamel, éditeur 1890).

Digitized by Google

Rir' : d'où, à Ouargla, une différence d'un degré pour 12 à 15 mètres d'accroissement de profondeur et, dans l'Oued Rir', pour 18 mètres environ.

On voit, d'après ce simple aperçu, que la progression de température avec la profondeur est beaucoup plus rapide à Ouargla que dans l'Oued Rir'. Mais, je le répète, cela tient surtout à la situation particulière et anormale du bas-fond encaissé de Ouargla.

Il importe d'ajouter enfin que les considérations précédentes ne s'appliquent, à proprement parler, qu'à l'accroissement de température des eaux artésiennes elles-mêmes de l'Oued Rir' et de Ouargla vers la profondeur. Dans quelle mesure peut-on admettre les mêmes conclusions pour les températures des couches terrestres en profondeur ?

La question est délicate ; car on sait que les eaux souterraines sont loin d'avoir toujours les mêmes températures que le sol qui les renferme. Tantôt plus froides, — par exemple, quand elles proviennent de pluies d'hiver, — tantôt plus chaudes, — par exemple, quand elles proviennent de sources profondes, — elles ont besoin d'un temps et d'un parcours suffisants pour se mettre en équilibre de température, avec le milieu ambiant.

L'objection ne semble pas cependant devoir porter sur celui des deux termes de comparaison que nous avons envisagé plus haut pour l'Oued Rir', savoir sur la couche invariable. A 20 mètres de profondeur, en effet, et surtout dans le bassin artésien du bas Sahara, tout imprégné d'eaux ascendantes, je ne crois pas que les eaux souterraines puissent être refroidies par les eaux superficielles et météoriques.

Mais, pour ce qui est des nappes artésiennes profondes, leurs températures doivent être plus élevées que ne le seraient naturellement celles des terrains aquifères, supposés secs, aux mêmes profondeurs. Ainsi l'étude de l'alimentation des eaux artésiennes de l'Oued Rir' montre qu'elles proviennent en partie de nappes crétacées qui s'écoulent souterrainement des massifs montagneux de l'Aurès, et qui, par suite, circulent souvent à des profondeurs plus grandes sous la surface : on comprend donc que la température originelle des eaux de cette provenance soit supérieure à celle qui ne correspondrait qu'à la profondeur à laquelle on les retrouve dans le bas Sahara et qu'elle influe notablement sur la température de l'ensemble du gisement artésien. Il faut remarquer, en outre, que ces eaux semi-thermales de l'artère souterraine de l'Oued Rir' doivent d'autant mieux garder leur température qu'elles se renouvellent davantage par la profondeur, comme contre-partie aux débits abondants des puits jaillissants et aussi à l'évaporation par la nappe artésienne supérieure.

Il s'agit là toutefois d'un renouvellement très lent, et le réservoir souterrain en question comporte un volume d'eau relativement considérable. De

Digitized by Google

plus, son allure statigraphique, le long de l'artère principale tout au moins, est régulière et le gisement artésien règne, du nord au sud, à des profondeurs peu variables, sous le manteau uniforme de la couverture. Dans des conditions semblables en Europe, on confond pratiquement la température des nappes artésiennes avec celle des couches correspondantes du sous-sol ; et le fait est que les observations faites chez nous sur les puits artésiens donnent, relativement à l'accroissement des températures en profondeur, des résultats assez concordants, plus concordants même que les observations faites dans les mines de divers pays. Somme toute, je ne vois pas de raison pour ne pas attacher le même crédit aux résultats fournis par les puits artésiens, au Sahara qu'en Europe.

Ma conclusion est donc que, *dans maintes parties du bas Sahara algérien, entre les 35e et 30e degrés de latitude, la température des couches terrestres croît réellement en profondeur d'au moins un degré pour 20 mètres, et souvent plus rapidement encore*, c'est-à-dire beaucoup plus vite qu'en Europe. Mais, je le répète, cela résulte surtout des eaux artésiennes de ce bassin : autrement dit, la loi de progression des températures souterraines avec la profondeur dans le bas Sahara algérien doit être plus rapide qu'à latitude égale dans le reste de la zone saharienne.

Il serait inexact d'en conclure, d'une manière générale, à une variation aussi considérable de cette loi en raison inverse de la latitude, de l'Europe au Sahara.

M. David LEVAT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, Ingénieur civil des Mines, à Paris.

GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX ET GISEMENTS DE CALAMINE DE LA TUNISIE

— Séance du 10 août 1894 —

I. Phosphates

Les phosphates de Tunisie ont fait l'objet, en 1886, au Congrès de Nancy, d'une première communication de notre collègue, M. Thomas, qui, à la suite de plusieurs missions dans la Régence, a démontré l'utilité commerciale de ces phosphates dont il est, en réalité, le promoteur.

Digitized by Google

Ayant été amené, au cours d'un voyage récent en Algérie et en Tunisie, à examiner un certain nombre de gisements de phosphate, j'ai pensé qu'il serait intéressant, pour notre Section, d'être mis au courant des progrès faits depuis 1886 et des résultats obtenus par des exploitations qui, bien que débutant à peine, paraissent appelées à jouer un rôle important dans le commerce des phosphates. J'ai insisté sur le côté économique, agricole et commercial de ces gisements dans une communication que j'ai faite à la 13e Section du présent Congrès. Je voudrais vous présenter aujourd'hui quelques observations sur la géologie et l'exploitation de ces phosphates et montrer, grâce aux recherches très actives qui s'exécutent en ce moment en Tunisie et en Algérie, que les niveaux phosphatés de la Régence se continuent en Algérie, forment somme toute avec des teneurs, et par conséquent des valeurs industrielles très diverses, un ensemble d'une importance considérable.

La carte géologique provisoire de la Tunisie, dressée par M. Aubert, à l'échelle de $\frac{1}{800,000^e}$, dont la publication est toute récente, désigne par la lettre e_1 et la couleur bistre foncé les terrains appartenant à la formation éocène inférieure, depuis sa base consistant en marnes et calcaires bitumineux avec silex noir, jusque et y compris les calcaires grossiers avec larges nummulites et *Ostrea Bogharensis*.

Ce groupe, qui constitue l'éocène inférieur, contient à sa base, immédiatement au-dessus des marnes à silex noir, un niveau phosphaté composé tantôt de marnes, tantôt de calcaires, le tout formant un ensemble de richesse et d'épaisseur très variable d'un point à un autre.

Le phosphate se présente sous forme d'une roche brune, d'aspect sableux ou noduleux, très friable, surtout quand elle est riche, contenant une quantité de débris, qui sont pour la plupart recouverts d'une couche luisante et comme polie, de couleur verte ou ambrée. On y trouve des dents de squale en quantité et des débris d'huîtres voisines de l'*O. vesicularis* du crétacé.

J'ai figuré sur une carte de la Régence à l'échelle de $\frac{1}{2.350.000^e}$, les contours du terrain e_1 (éocène inférieur), ainsi que ceux du crétacé inférieur et supérieur (que je n'ai pas distingués afin de ne pas surcharger la carte) et enfin les terrains jurassiques, ces deux derniers en vue des gisements de calamine dont je désire vous entretenir (1).

J'ai porté sur cette même carte *(Pl. II)* l'emplacement des principaux gisements reconnus et des demandes de permis de recherches pour phosphates. Ce dispositif, que je dois à l'obligeance de M. Gauthier, ingé-

(1) Cette carte a été publiée dans un mémoire de M. Levat paru dans les *Annales des Mines* (n° de janvier 1895). Le Comité de rédaction de cette Revue a bien voulu en autoriser la reproduction et l'éditeur des *Annales des Mines*, Mme veuve Dunod et P. Vicq a gracieusement prêté la pierre.

Digitized by Google

nieur des Mines, chef du service des Mines à la Direction des Travaux publics de la Régence, à Tunis, montre clairement que les phosphates sont presque exclusivement groupés dans le terrain e_1. Signalons, cependant, comme exception, les gisements de Soukahras qui, primitivement exploités dans le niveau éocène inférieur, n'ont donné que du phosphate en nodules trop pauvre pour être retiré avec bénéfice. C'est ce qui s'est produit au Djebel Dekma, aux Ouled-Zeïd, derrière la maison des bains. Tous ces phosphates sont inexploitables ; mais il n'en est pas de même pour ceux qui, dans les mêmes localités, se trouvent directement placés sur le calcaire crétacé. D'après M. Wetterlé, qui s'est spécialement occupé de ces phosphates des niveaux inférieurs, ils seraient même crétacés. Leur exploration est rendue difficile aux environs de Soukahras à cause des grès et argiles miocènes qui recouvrent en grande partie l'eocène ; il est donc difficile de prouver s'ils se rattachent ou non à ce dernier terrain ; mais à Tebessa, où l'altitude est plus grande et où les dénudations ont été plus considérables, on voit nettement les phosphates se détacher de la formation crétacée, bien qu'ils reposent directement sur elle. Nous les considérerons donc, jusqu'à preuve du contraire, comme appartenant à la base de l'éocène inférieur.

Pour donner une idée de cette formation si intéressante de Tebessa, je donne, d'après M. Blayac, la coupe du Djebel Dyr, centre actuel des exploitations dans cette région *(fig. 1)*.

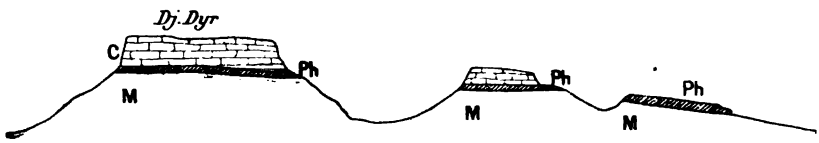


FIG. 1.

C, calcaire nummulitique ; Ph, couches à phosphates ; M, marnes à silex de la base de l'éocène.

Mais les coupes les plus nettes, classiques on peut le dire, de ces phosphates sont celles relevées par MM. Thomas et Mercier sur la longue bande de phosphate affleurant à l'ouest de Gafsa, sur une longueur de plus de 60 kilomètres, avec une puissance et une teneur en acide phosphorique considérables.

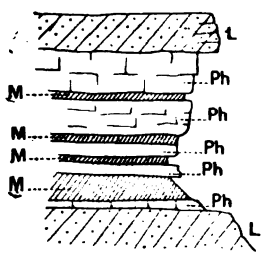


FIG. 2.

La figure 2 donne une coupe dans un point où les couches phosphatées sont horizontales et présentent une puissance totale de 10 mètres ; mais, en général, les couches de Gafsa sont très relevées, presque verticales et exploitables à ciel ouvert.

Sur le versant nord de la chaîne de Gafsa, on retrouve ces mêmes couches avec leur niveau phosphaté. Enfin M. Thomas les a reconnues

Digitized by Google

au nord-ouest de Gafsa, formant un gisement séparé de celui du sud-ouest dont il vient d'être parlé par le plateau pliocène de Bled-Doura. La coupe ci-contre montre quel est le développement de ces phosphates dans cette région *(fig. 3)*.

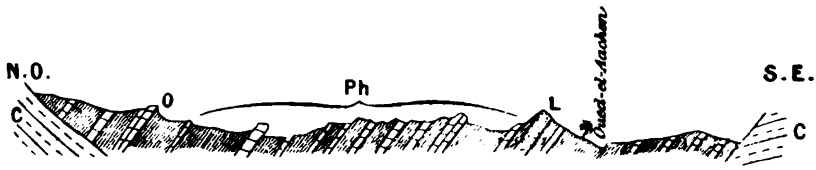


FIG. 3. — Coupe prise sur la rive droite de l'Oued-el-Aachen (d'après M. Thomas).
Ph, calcaires et marnes phosphatés à nodules ; L, lumachelles à cardites et marnes brunes strontianifères ; O, calcaires compacts à lumachelles ostréennes ; C, calcaires et grès sénonien à *O. decussata* Godolf. et *Plicatula Locardi* Th. et Per.

J'ai donné plus haut la coupe de ce même niveau à Tebessa. Au fur et à mesure qu'on s'avance vers le nord, la formation perd le faciès pélagique qui la caractérise dans les environs de Gafsa, pour prendre le type de dépôt nummulitique, en eau profonde. On peut dire que, dans la région centrale de la Régence, on est à peu près certain de retrouver les couches phosphatées au-dessous des grandes tables de calcaire nummulitique qui couronnent les plus hauts sommets de la Tunisie et qui leur donnent cet aspect caractéristique de châteaux-forts (Guelaat) visibles de tous les points de l'horizon. Le plus célèbre de tous est le Guelaat-es-Snam, qu'on aperçoit de tous les sommets de la région centrale (altitude 1.452 mètres).

Le terme e_1 se trouve enfin très développé dans les environs de Béja, à l'Oued-Ksob, mais les calcaires y sont remplacés par des grès rouges ou verts, plus ou moins mélangés de marnes et phosphatés aussi, mais trop faiblement pour avoir une valeur industrielle, malgré leur proximité de la ligne de la Medjerdah. M. Aubert a donné une bonne coupe de ces terrains de l'Oued-Ksob *(fig. 4)*.

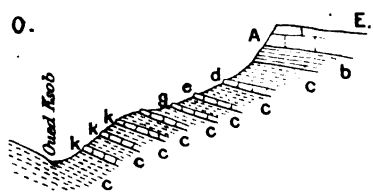


FIG. 4. — Coupe à l'Oued-Ksob (M. Aubert).
A, calcaire à polypiers ; *b*, marnes noduleuses ; *cc*, marnes schisteuses ; *d*, grès vert à gastéropodes (phosphaté) ; *e*, grès roux très fin ; *g*, grès roux phosphaté ; KK, grès ferrugineux très argileux.

Enfin on retrouve ces mêmes terrains à phosphate au sud de la Medjerdah, dans la vallée de l'Oued-Siliana, à Teboursouk, Sidi-Ayet, etc.

Digitized by Google

Ces gisements sont assez rapprochés du chemin de fer, mais mal définis encore. Il en est de même des phosphates reconnus au sud de Zaghouan et de ceux de Nasser-Allah, au sud-ouest de Kairouan. Ces derniers, sur lesquels il a été effectué un certain nombre de recherches méthodiques, prendront de l'importance lorsque la ligne de Sousse à Kairouan, comprise dans le projet du réseau de voies ferrées tunisiennes actuellement soumis au Parlement, aura enfin été votée.

Je me permets, à cette occasion, de joindre ma réclamation à celles de l'unanimité des personnes qui, soit pour leurs affaires, soit par goût de touriste, sont appelées à visiter la Régence. Il est désolant de voir un si beau pays dépourvu de toute voie de communication autre que la ligne de la Medjerdah, construite depuis déjà longtemps et qui ne dessert qu'une fraction minime du territoire. Un projet très complet, très bien étudié, de réseau à voie étroite, donnant satisfaction aux besoins les plus immédiats du Protectorat, est soumis aux Chambres depuis déjà longtemps, puisque la convention avec la Compagnie Bône-Guelma, qui pourvoit à l'exécution de ce programme et à laquelle il ne manque que la sanction des Chambres pour entrer en vigueur et en exécution immédiate, datera bientôt d'une année (19 octobre 1893).

Le pays souffre de cet état de choses anormal qui s'explique d'autant moins que les finances de la Régence seraient parfaitement en état de faire face aux charges d'intérêt et d'amortissement correspondant à la création de ce réseau; mais l'examen de cette question de création des chemins de fer sortant du cadre de mon travail, je borne à l'expression du vœu que ces voies indispensables soient créées au plus tôt, ce que j'ai à en dire aujourd'hui (1).

La teneur des phosphates de Tunisie est très variable. En fait, on peut dire qu'on ne peut pas espérer exploiter avec profit, dans la partie sud de la Régence, des phosphates ayant moins de 60 0/0 de tribasique. La majeure partie des affleurements de Gafsa atteint cette teneur.

A Tebessa, les résultats de l'exploitation sont au moins aussi satisfaisants. On exporte couramment des phosphates à 65 et 68 0/0, sans autre préparation qu'un triage sur le carreau de la mine.

Des minerais de ce genre peuvent parfaitement supporter les frais de transport, d'ailleurs modérés, dont la Cie du Bône-Guelma fait bénéficier, par tarif spécial, les phosphates de chaux sur ses lignes. Ce tarif à base décroissante avec la distance (formule belge), y compris le transbordement à Soukahras, la ligne de Soukahras à Tebessa étant à voie étroite, fait ressortir la tonne kilométrique à 4 centimes environ, malgré le profil en long très accidenté de la ligne.

(1) La loi prescrivant l'exécution du réseau tunisien a été votée par les Chambres en août 1894.

Digitized by Google

L'abatage se fait soit à ciel ouvert, soit par piliers abandonnés, dans les parties où le travail souterrain seul est possible. Après extraction, le phosphate est soumis à un séchage et à un triage sommaire, puis transporté au chemin de fer et chargé sur wagons, en vrac.

Voici comment s'établit le prix de revient moyen actuel :

Abatage, boisage et extraction	Fr.	3 »	par tonne.
Séchage et triage		1 »	—
Transport à la gare		1 50	—
Transport à Bône		9 »	—
Mise à bord		0 50	—
Fret pour les ports de la Méditerranée		6 »	—
— tous autres ports d'Europe		9 »	—
Frais généraux et amortissement		3 »	—
Escompte et commission (6 0/0		2 »	—
TOTAL		26 »	

à 29 francs par tonne, suivant la destination.

A ce prix et au cours actuel, il reste une marge de bénéfice d'environ 8 à 10 francs par tonne, net de tous frais, pour des minerais ayant de 62 à 65 0/0 comme teneur en tribasique. Les phosphates tenant moins de 60 0/0 ne sont exploitables avec profit que si on les trouve à une moindre distance de la mer.

On compte exporter en 1895, aussitôt après l'achèvement des embranchements reliant les trois principaux centres d'exploitation situés dans le voisinage de Tebessa, à la ligne du Bône-Guelma, une quantité journalière d'environ 400 à 500 tonnes par jour, soit 120 à 150.000 tonnes par an.

Les couches phosphatées de l'éocène inférieur passent sans aucun doute dans le sud des Aurès. Aux environs de Batna, le miocène recouvre d'un manteau épais, dans lequel abondent les *O. crassissima*, les formations sous-jacentes, qui sont ainsi rendues difficiles à prospecter. Plus au nord, à partir de l'Oued-Zenati jusqu'au Kroubs, et du Kroubs à Aïn-Beida, on ne rencontre que des formations crayeuses alternant avec des couches de marnes gypsifères contenant de nombreuses *O. multicostata*, puis des calcaires marneux avec un grand nautilus à cloisons sinueuses (Wetterlé). Cette formation, qui appartient à l'éocène supérieur, contient aussi des bancs de phosphate pauvre ne dépassant pas 40 0/0, sans valeur actuelle.

Du côté de Sétif et de Bordj-Bou-Arréridj, on signale dans ces mêmes terrains et à proximité du chemin de fer, des découvertes de phosphates riches.

J'en ai dit assez pour démontrer l'étendue considérable sur laquelle on a reconnu dès à présent des phosphates exploitables et l'importance acquise par les exploitations dès leur premier début.

Digitized by Google

Avant de quitter ce sujet, j'attirerai l'attention sur le mode de formation de ces phosphates. Leur aspect, leur inégale répartition dans le bassin éocène indique clairement que ce sont les dépôts pélagiques, en eau peu profonde, qui ont donné les phosphates les plus riches. Le même fait a été d'ailleurs clairement mis en évidence dans des gisements analogues, notamment en Floride et dans la Caroline du Sud. Mais, indépendamment de cet enrichissement contemporain du dépôt lui-même, il y a eu subséquemment une concentration nouvelle par suite de la dissolution par les eaux pluviales chargées d'acide carbonique, d'une partie du carbonate de chaux interposé dans les bancs de calcaire phosphaté. C'est cette dissolution qui a donné à la roche la consistance friable, sableuse que j'ai signalée plus haut, consistance qui est caractéristique de la richesse en phosphate tribasique. Notons aussi que c'est à cette même action secondaire que peuvent être rapportés les écailles ou enduits luisants, bruns ou verdâtres, formés de phosphate tribasique pur, qui englobent les grains ou les débris de fossiles et leur donnent l'aspect caractéristique signalé ci-dessus. On sait, depuis les travaux de Bischof, que le phosphate tribasique est très notablement soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique et qu'un excès de carbonate de chaux le précipite aisément.

Il suit de là que, postérieurement à leur dépôt, les couches phosphatées de Tunisie ont été soumises à l'action des agents atmosphériques, surtout dans les parties où, grâce à des dénudations partielles ou par suite de soulèvements, ces couches se trouvaient plus directement exposées au lessivage. Le résultat a été un enrichissement dû à une double cause : d'une part, dissolution d'une portion du carbonate de chaux, et, d'autre part, contemporainement, concentration d'une partie du phosphate de chaux dissous à la surface par ces mêmes eaux et précipitation ultérieure en profondeur, au contact du calcaire en excès, produisant les écailles ambrées qui cimentent la masse.

Je dirai, pour terminer cette esquisse rapide, que ces phosphates contiennent tous, indépendamment de l'eau d'humectation, une proportion assez notable de leur poids, parfois jusqu'à 3 et 4 0/0, d'une matière organique particulière, bitumineuse ou grasse, insoluble dans l'éther, qui mériterait d'être étudiée, ce qui n'a pas encore été fait, du moins à ma connaissance.

II. Calamine

Les gisements de calamine de Tunisie sont connus depuis longtemps déjà. Associée à la galène, on la retrouve dans la plupart des mines de plomb exploitées par les Romains en terrains calcaires. Ce sont même ces anciens travaux qui, dans bien des cas, ont servi et servent encore de

Digitized by Google

guide pour la recherche de ce minerai que les anciens, ainsi qu'on le sait, considéraient comme une gangue sans valeur. Fuchs, ingénieur en chef des Mines, dont notre Section, dont il fut président, a conservé la mémoire, dans son remarquable rapport inédit sur la mission d'ensemble qu'il exécuta en Tunisie, pour le compte du gouvernement beylical, en 1873 et en 1874, avait déjà signalé l'importance des gisements de calamine situés entre Béja et Tabarca. Pendant ces deux voyages, cet éminent géologue avait décrit, le premier, avec une sagacité remarquable, non seulement les gisements minéraux qui ont été reconnus et exploités depuis, mais encore la géologie générale de la Régence, que les travaux ultérieurs n'ont eu qu'à confirmer. On sait que c'est au cours de sa deuxième tournée (1874) que Fuchs arriva à établir, par un nivellement rapide exécuté avec un simple baromètre de poche comme instrument unique d'observation, le niveau réel des chotts du Sud tunisien et l'impossibilité d'y faire arriver les eaux de la Méditerranée. L'erreur maxima de ce nivellement barométrique, sur 200 kilomètres de longueur, ne dépassa pas 4 mètres.

En fait, les conclusions de la mission de Fuchs, qui ne furent connues que par un petit nombre de personnes, ne furent pas mises à profit et on n'a commencé à s'occuper sérieusement des richesses minérales de la Régence, que depuis que l'exploitation fructueuse d'un certain nombre de gisements, notamment des mines de calamine du Khanguet et de Sidi-Ahmed, qu'il avait été le premier à signaler, a attiré l'attention sur eux.

Ayant eu l'occasion d'en visiter un certain nombre, j'ai cru reconnaître un caractère commun à tous ces gisements calaminaires et leur relation avec une formation éruptive caractéristique en Tunisie : je crois intéressant de faire part à notre Section du résultat de cette étude.

Je rappellerai tout d'abord qu'il existe, tant en Algérie qu'en Tunisie, des formations gypsifères et salines, alignées sur une série de directions bien déterminées et qu'on s'accorde maintenant à considérer comme nettement *éruptives*. M. Thomas a montré, dans un mémoire récent (1), la relation qui existe entre ces gypses et les éruptions ophitiques de l'Algérie et du sud de l'Espagne.

La caractéristique de ces pointements gypseux est la suivante : ils se présentent sous forme d'amas non stratifiés formés de boues argileuses et de marnes bariolées de couleurs vives, allant du rouge au vert, emballant des masses de gypse cristallin, souvent de couleur claire ou blanche, du sel gemme et des sables quartzeux. Des cristaux de quartz bipyramidés et de pyrite de fer y sont répandus à profusion. Plus rarement on y trouve du soufre natif, des nodules de galène recouverts de litharge. Tous ces

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. XIX, p. 430.

Digitized by Google

terrains sont riches en silice libre ou hydratée, la lithine y a été également constatée.

Ces caractères les différencient nettement des formations gypseuses sédimentaires qui abondent dans la Régence et qui ont été classées par M. Aubert dans le Gault.

Les gypses éruptifs ont produit de nombreux phénomènes de métamorphisme qui affectent les divers terrains traversés, jusque et y compris le pliocène, ce qui fixerait la date de leur venue. A leur contact, les marnes deviennent schisteuses, avec quartz bipyramidé et pyrite ; les calcaires, jurassiques, crétacés ou nummulitiques, se transforment en cargneules. On en voit de bons exemples à l'Oued-Damous, aux environs de Mateur,

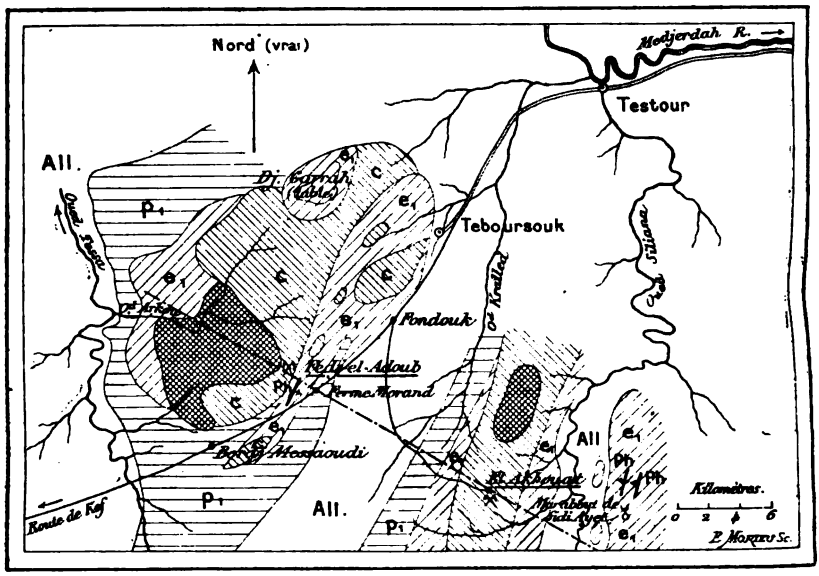


FIG. 5.

au Djebel-Ressas, à Teboursouk, etc. Dans le sud, on peut citer le gîte classique du Djebel-Zebbès comme se rattachant au même mode de formation. Enfin, les nombreuses sources salées de la Régence, surtout dans le sud, sont en relation avec ces gypses éruptifs, du sein desquels elles surgissent.

En généralisant le phénomène, MM. Curie et Flamand ont montré qu'il se poursuit sur tout le versant méditerranéen de l'Atlas du Nord (1) (Rang-el-Melah, etc.).

Pour en revenir à la relation de ces gypses avec les gisements de cala-

(1) *Étude succincte sur les roches éruptives de l'Algérie.* Alger, 1889.

Digitized by Google

mine, je donnerai tout d'abord le croquis et la coupe géologique de la région sud de Teboursouk, où se trouvent les deux mines de calamine du Fedj-el-Adoub et de El-Akhouat *(fig. 5* et *6)*.

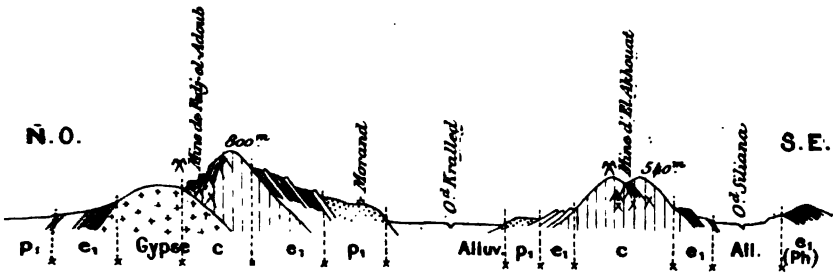


FIG. 6.

L'action des eaux minéralisantes accompagnant la venue des gypses est manifeste, non seulement par suite de la disposition des lieux, mais surtout par la nature de la formation métallifère. La calamine est déposée au sein des calcaires, dans le voisinage des gypses. Les eaux ont suivi les deux directions de cassure des calcaires dirigées nord-sud et nord-63°-ouest, la direction nord-sud étant celle des strates qui sont presque verticaux par suite du soulèvement du crétacé. La calamine, suivant son mode de gisement classique, forme des enrichissements parfois très considérables aux intersections des deux directions ci-dessus indiquées. Elle est accompagnée de veines, de galène recherchées par les anciens, mais sans valeur actuelle vu la faible teneur en argent du plomb qu'elles donnent et les difficultés de transport.

Ces gisements paraissent surtout développés près de la surface. Ils se révèlent aux affleurements par des chapeaux de fer spongieux, rougeâtres, mélangés de calcaire cristallisé et d'arragonite, que remplace la calamine pure à quelques mètres de profondeur.

A la mine du Fedj-el-Adoub, en particulier, l'affleurement principal est attaqué à ciel ouvert, en carrière, sur une hauteur de plus de 60 mètres. La calamine se présente sur toute cette vaste surface et vient s'arrêter au contact même du gypse, qui forme la plate-forme de l'étage inférieur de l'exploitation. Au sein de cette calamine on trouve des portions de calcaire non dissous formant des noyaux qu'on sépare au triage *(fig. 7)*.

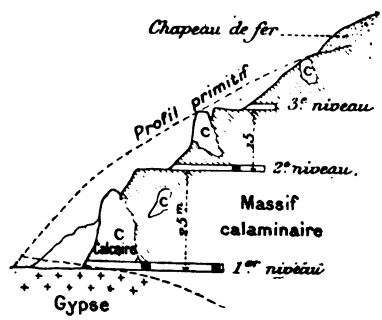


FIG. 7.

A El-Akhouat on trouve le gisement dans le voisinage, mais pas au

Digitized by Google

contact du gypse *(fig. 8)*. On y rencontre, au milieu des « griffons » de calamine reconnus par les travaux souterrains préparatoires, des poches

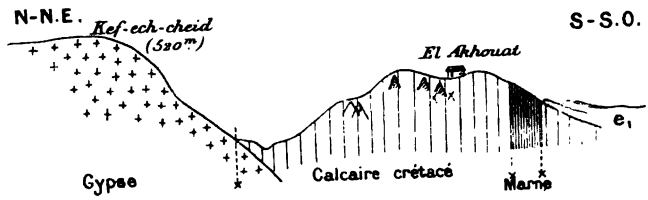


FIG. 8.

contenant du gypse cristallisé et amorphe, du soufre natif, de la célestine, en un mot, tous les minéraux connexes, du gypse éruptif.

Les mêmes caractères se retrouvent dans les gisements calaminaires du Khanguet ; dans l'Oued-Maden au nord-ouest de Béja ; aux exploitations de la Compagnie Royale Asturienne à Sidi-Ahmet, au sud-est de Tabarka ; à la mine du Djebel-Reças, près de Tunis (ce dernier gisement se trouve dans le calcaire jurassique) ; à Zaghouan (MM. Diétrich et Cie), etc.

Dans le sud de la Régence, le long de la ligne de soulèvement et d'émission gypsifère marquée par la grande faille de l'Oued-el-Feka, les mêmes phénomènes se reproduisent, notamment au Kef-Zebbès, dont M. Thomas a donné une bonne coupe analogue à celle de la figure 6, au Djebel-Trozza (calamine), etc.

En Algérie, où les gypses éruptifs ont nettement traversé le pliocène, ils ont eu une prédominance à enrichir les roches avoisinantes en fer et en silice. Un point curieux à signaler est le pointement suessonien du Djebel-Dekma, au sud de Soukahras, dans la haute vallée de la Medjerdah ; on y trouve en outre des phosphates dont j'ai parlé précédemment, de la calamine concrétionnée et zonée, alternant avec des phosphates, aussi en placage, d'une similitude telle d'aspect que l'analyse seule permet d'affirmer qu'on se trouve en présence de l'un ou de l'autre de ces minerais. Il est curieux de rapprocher ces échantillons de ceux qui figuraient dans l'Exposition minéralogique de la province d'Oran en 1889, qu'on n'arrivait à classer en calamine et phosphate que grâce aux étiquettes.

Ces gisements de Soukahras sont en relation avec les dykes de spilite de Khamissa et de Tifech étudiés par Coquand.

Les gîtes de calamine du Nador, où le minerai de zinc se trouve associé à la nadorite et à la mimétèse, situés à l'ouest de Soukahras et qui donnent lieu à une exploitation très rémunératrice, dépendent du même phénomène. Il est à noter que le gisement se trouve dans des conglomérats pliocènes.

On en signale enfin dans les Aurès et aux environs de Sétif. Mais il est bon de remarquer, à propos de ces nombreux indices minéraux que

Digitized by Google

cette dispersion même n'est pas un signe de probabilité de grandes richesses minérales. Tissot avait déjà, dans son Mémoire de 1881, mis en garde contre cette source d'erreur (1), notamment à l'égard des filons marneux dans les terrains tertiaires. Les filons dépendant de ce genre de gisement se sont en effet, toujours montré inexploitables, à de très rares exceptions près. Ce sont surtout les minerais de cuivre et de plomb qui se rencontrent sous cette forme et Tissot attribue leur pauvreté à la trop grande dispersion des minéraux utiles sur de vastes surfaces. Pour la calamine au contraire, le dépôt s'étant effectué localement par déplacement du calcaire, l'enrichissement a pu devenir suffisant en certains points pour permettre une exploitation fructueuse.

En fait, c'est la calamine qui, avec le phosphate de chaux, paraît présenter en ce moment le plus d'avenir, comme exploitation minérale en Tunisie et en Algérie. J'ai indiqué sommairement quels étaient les caractères principaux de ces deux formations et je serais heureux que ces renseignements recueillis au cours d'un voyage puissent faciliter le développement de l'industrie minière dans ces pays français.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Eckmühl (Algérie).

ÉTUDE DES DÉPOTS PHOSPHATÉS DES ENVIRONS D'ORAN

— Séance du 10 août 1894 —

I

HISTORIQUE

Les gisements de phosphate de chaux, quoique assez nombreux dans le département d'Oran, ont été longtemps méconnus de même qu'en France. Un chercheur, dont j'ignore le nom, apporta un jour des environs de

(1) *Texte explicatif de la carte géologique du département de Constantine.* — Alger, 1881, p. 90.

Digitized by Google

Nemours des échantillons qu'il prenait pour de la calamine, mais qui à l'analyse furent reconnus pour être du phosphate de chaux. C'est ainsi que l'éveil fut donné.

Nemours fut le premier centre d'investigation : les montagnes voisines furent explorées dans leurs moindres recoins et des exploitations sérieuses furent entreprises au djebel Toumaï par la maison Jaille, d'Agen. Puis, quelques années après, on découvrit des phosphates un peu partout, à Oran, Rio-Salado, Inkermann, Lalla-Marnia, Kalaâ, etc., mais surtout dans les Traras et dans le Dahra.

Tous ces phosphates offrent, dans leur ensemble, une grande ressemblance : ce sont des poches, fentes ou de simples fissures de roches calcaires remplies de phosphate pendant l'époque quaternaire. On se trouve donc en présence d'une formation assez uniforme que l'étude des gisements d'Oran va nous faire connaître en détail.

II

ÉTUDE GÉOLOGIQUE

Les gisements des environs d'Oran qui nous ont fourni les observations suivantes sont, au nombres de trois, situés dans le petit massif du djebel Djefri, à 6 kilomètres sud d'Oran, à droite de la route d'Oran à Tlemcen.

Ces trois gisements sont placés sur un alignement rectiligne orienté S.-O.—N.-E. Le plus élevé est situé dans la propriété Jarsaillon sur la rive gauche d'un petit ravin ; le second est au bas du chabet Choufil et sur sa rive gauche ; le troisième est placé, au contraire, sur la rive droite du chabet Triscard au-dessus de la cave Barban. Entre le premier et le dernier de ces gisements, il n'y a pas plus de 2 kilomètres.

Tous les trois sont placés à mi-flanc de coteau : ils remplissent une série de fissures ouvertes dans le tertiaire supérieur. — Une coupe prise dans la petite exploitation méridionale (propriété Jarsaillon) a permis de relever :

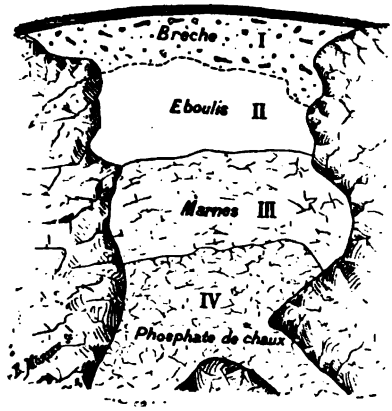
I. — Au sommet, une couche superficielle rouge, très dure, pétrie d'hélices, d'ossements et de cailloux formant une brèche très semblable à celle qui surmonte les phosphates du Quercy.

II. — Au-dessous de cette croûte, un dépôt de cailloux non agglomérés avec des ossements. Ce sont des éboulis charriés dans le sommet de la fissure par les pluies.

III. — Une marne grisâtre plus ou moins phosphatée, mais de teneur faible.

Digitized by Google

IV. — Enfin, au bas, dans la fente, le phosphate de chaux exploité.



Le calcaire qui sert de roche encaissante à la formation appartient à l'étage sahélien; il est pétri de moules de fossiles : lima, pecten, lithodomus, échinus, lithothalmium et serpularie. Sur les parois des portions de ce calcaire ont été phosphatisées, d'autres fragments se trouvent dans le dépôt à phosphate et ont subi l'action des eaux qui charriaient l'acide phosphorique. Dans tous les cas, la forme de calcaire n'a pas été altérée par la réaction qui a agi sur lui, car les empreintes fossilifères y conservent toute leur finesse. Mais, comme on doit s'y attendre, la richesse de ces calcaires phosphatisés est relativement faible.

L'exploitation de la rive droite du chabet Triscard offre une coupe encore plus simple : la brèche comprenant des ossements de petits mammifères, des cailloux et même des morceaux de phosphate agatisé occupe le sommet de la formation immédiatement au-dessus de la fissure à phosphate.

De plus, ce gisement se trouve au pied d'un escarpement de 8 à 10 mètres de hauteur. Cette situation semble indiquer la cuvette d'une ancienne cascade ; dans tous les cas, elle est à noter, car plusieurs autres gisements se trouvent dans une position analogue.

III

ÉTUDE PALÉONTOLOGIQUE

Les ossements qui proviennent des brèches ou de la couche inférieure (qui est la brèche non durcie) se rapportent aux genres : *Rhinocéros* ou *Hippopotamus*, *Equus*, *Bos* et *Antilopæ*. Les fragments de carapace de la tortue terrestre (*Testudo mauretanica*, Guich. ; *T. pusilla*, Schaw) ne sont pas rares.

Il y a aussi de nombreux ossements de petits mammifères : rats et gerbilles.

En général, ces ossements sont fracturés et ont été un peu — très peu — roulés ; quelques-uns sont recouverts d'incrustations.

Les coquilles terrestres forment, sur certains points, des amas qui constituent à eux seuls la roche. Les hélices sont pétries en masse telle-

Digitized by Google

ment serrée que c'est à peine si l'on voit la roche qui les cimente. Nous avons pu constater que la majorité appartient au groupe de l'*H. lactea*. Les autres espèces que nous avons pu déterminer sont : *H. aspersa*, Müll., *H. Dupotetiana*, Terv., *H. alabastrites* et *soluta*, une autre hélice voisine, si ce n'est elle, de *H. sphærita*, *Stenogyra decollata* et *Cyclostoma mamillare*, Lamk.

Il y a à noter l'absence complète de coquilles fluviatiles. On peut donc conjecturer que ces ossements et coquilles terrestres ont été entraînés là par les pluies.

Les hélices citées ci-dessus vivent encore toutes dans les environs. La faune mammalogique est, au contraire, bien quaternaire ; elle offre beaucoup de ressemblance avec celle de la couche inférieure des grottes préhistoriques des environs d'Oran.

IV

ÉTUDE MINÉRALOGIQUE

Le phosphate qui emplit les fissures est d'aspect peu variable. C'est une masse à cassure lithoïde, de couleur noirâtre, avec des nuances allant du jaune très brun au jaune citrin. Ces nuances alternent et donnent une apparence agatisée à ce phosphate. Très rarement, il est en masse compacte : le plus souvent, il est caverneux ou sillonné de petites fentes remplies par du carbonate de chaux cristallisé en petites aiguilles prismatiques ou plus ordinairement en petites masses mamelonnées opalines.

Lorsque les échantillons proviennent de la surface, ils sont généralement rubanés ; les veines qu'ils présentent sont minces, serrées et de couleurs blanche, rouge, bleue, miellée et noire. Certains morceaux de Kâlaa sont formés par un assemblage de feuillets présentant ces mêmes teintes. Dans ce gisement, il y a de véritables stalactites de phosphate de chaux.

De Nemours, nous en avons en masses mamelonnées très blanches avec des noyaux couleur jaune de miel.

Enfin, quelquefois le phosphate se présente par grains presque noirs, faiblement agglutinés.

Nous avons déjà dit qu'au voisinage des parois, les échantillons présentaient parfois des traces de fossiles. Ajoutons encore que les dendrites manganésifères sont très communes sur les ossements, la roche calcaire et les phosphates eux-mêmes.

Comme teneur, tous ces phosphates sont très variables. Le carbonate de chaux y est assez abondant, de sorte que dans la même exploitation il y

Digitized by Google

a des échantillons très peu riches et d'autres qui sont presque purs. On trouve parfois de véritables rognons constitués par du phosphate de chaux presque pur, puisqu'il titre 80 à 85 0/0.

Voici, d'ailleurs, quelques analyses qui donneront une idée de la richesse de ces roches. Elles m'ont été communiquées fort obligeamment par M. Fabriès, chimiste à Oran, et M. Poncelet, chimiste de la Direction du service des Mines, également à Oran :

ÉLÉMENTS ANALYSÉS	GISEMENTS					
	CHABET	TRISCARD	DJ. DJFRI	RIO-SALADO	DJEBEL	ZARDEB
Phosphate tribasique de chaux. .	36	56	66,17	64,76	69,5	81,68
Oxyde de fer.	16	12	1,28	2,68	»	»
Alumine.			6,15	14,56	»	»
Carbonate de chaux.	38	20	»	»	15,0	12,5
Sable et argiles insolubles. . . .	»	»	»	»	12,5	2,4
Autres corps	»	»	»	»	3,0	4,1
Auteurs.	FABRIÈS		PONCELET	PONCELET	PONCELET	

D'autres échantillons ont donné : Koua ($PhO^5,3CaO$) 87 0/0, Inkermann 88,94 et même 89,76, mais ces trois dernières teneurs sont des maximums. On considère comme bons phosphates marchands ceux qui ont 65 0/0 et au-dessus.

V

CONCLUSIONS

La forme rubanée ou en stalactites de ces phosphates, le peu d'altération des parois et la présence d'aiguilles d'aragonite indiquent une origine aqueuse. Nous pouvons donc considérer, dans une partie du département d'Oran, comme un phénomène général à l'époque quaternaire l'existence d'un certain nombre de sources dont les eaux fortement chargées d'acide phosphorique ou plutôt de phosphate tribasique en dissolution, à la faveur de l'acide carbonique, ont émergé à la surface du sol et ont ainsi rempli toutes les poches, fentes, fissures, en un mot toutes les ouvertures du sol qui se trouvaient sur leur passage (1). Le remplissage s'est donc fait par

(1) Nous sommes amenés à une affirmation aussi positive par l'examen de l'eau minérale d'Aiguemont (Seine-et-Oise), qui contient, d'après l'analyse de M. Hardy, $0^{gr},17901$ de phosphate tricalcique par litre. Après un repos de plusieurs jours à l'air libre, elle abandonne des cristaux lamellaires brillants de phosphate tricalcique.

En supposant que cette eau, coulant sur les parois d'une fissure présentant une large surface d'évaporation, abandonnât tout son phosphate, on arriverait aux résultats suivants :

Le débit de la source d'Aiguemont, calculé par M. Michel Lévy, est de 10.160 litres par vingt-quatre heures ; c'est donc $1.818^{gr},640$ de phosphate qui sont amenés par les eaux chaque jour. Par an, cette quantité est de $663^{kg},803$, et par dix ans, c'est une masse de 6.638 kilogrammes de phosphate de chaux à l'état absolu de pureté.

Les choses ne se passent pas dans la nature aussi rigoureusement que le démontre ce calcul ; mais si l'on admet que le régime des eaux à l'époque quaternaire a été autrement important qu'il ne l'est aujourd'hui, on trouvera que ces chiffres, même doublés ou triplés, restent encore bien au-dessous de la vérité.

Digitized by Google

le haut ; — ces eaux ont quelque peu réagi sur les roches calcaires et leur ont fait subir une phosphatisation peu profonde. Enfin, soit que le dégagement de l'acide carbonique fut assez abondant pour asphyxier les animaux qui venaient se désaltérer aux sources, soit que cette eau fût un poison (chose très peu probable), soit tout simplement parce qu'il se trouvait là une cuvette naturelle dans laquelle des cadavres pouvaient être entraînés, des animaux y ont laissé leurs restes ; — puis, ces sources une fois taries, obstruées ou ayant changé de cours, les fentes non remplies ont été comblées par des cailloux, des ossements ou des hélices entraînées par les pluies.

***

Ce n'est que quelques mois après que les lignes ci-dessus étaient écrites, que nous avons pu prendre connaissance des travaux bien antérieurs de MM. Daubrée et H. Filhol sur les phosphorites du Quercy (1).

Bien qu'il s'agisse, pour le Quercy, de phosphates éocènes, nous avons pu constater une identité absolue dans le mode de dépôt et de formation avec nos phosphates oranais.

Qu'on en juge par les lignes suivantes :

« ... La chaux phosphatée appartient ici à des variétés dépourvues de cristallisation, c'est-à-dire à celles qui ont été réunies sous le nom de phosphorite... Le plus ordinairement, elle est blanchâtre et pâle... quelquefois aussi colorée en gris, en jaune et en rouge... A part les masses compactes, comme la variété qu'on a désignée sous le nom d'*ostéolite*, cette chaux phosphatée offre fréquemment une structure concrétionnée très caractéristique. Parfois ce sont des formes mamelonnées à couches concentriques rappelant tout à fait les travertins que certaines sources incrustantes déposent dans leur bassin, ou encore l'albâtre calcaire, dit onyx, qui s'est produit autrefois, par exemple, dans la province d'Oran, non loin de Tlemcen... » (M. Daubrée, p. 1030.)

« ... Sur d'autres points, la chaux phosphatée rappelle tout à fait certaines agates, tant par la nuance que par la faible épaisseur des zones alternantes : sur un centimètre on peut distinguer trente ou quarante de ces dépôts successifs. Il n'est pas rare que le phosphate possède l'éclat et même la nuance de certains quartz résinites... Ailleurs, c'est sous la forme de rognons que s'est déposée la chaux phosphatée... Tantôt ces rognons sont pleins et avec une cassure fibreuse rappelant celle de l'aragonite..., tantôt ces rognons sont creux, et alors ils peuvent être mamelonnés inté-

(1) *Gisement dans lequel la chaux phosphatée a été récemment découverte dans les départements de Tarn-et-Garonne et du Lot*, par M. Daubrée, *in Comptes rendus Acad. Sc., Paris*, octobre 1871 (tome CLXIII, p. 1208).

Recherches sur les phosphorites du Quercy, par M. H. Filhol, *in Annales des Sciences géologiques*, 1876.

Digitized by Google

rieurement ou contenir un noyau non adhérent comme les rognons de minerai de fer désigné sous le nom d'*aétites*.

» Enfin, pour donner une idée de l'aspect dont la phosphorite se revêt fréquemment dans les gîtes, il convient d'ajouter que cette substance, par ses cavités irrégulières et cloisonnées et par sa cassure, ressemble beaucoup à la calamine de diverses localités ; de l'oxyde noir de manganèse (pyrolusite) s'est parfois intercalé entre les zones successives de phosphate, il s'y étale surtout en nombreuses dendrites. » (M. Daubrée, p. 1031.)

« ... Je puis, dès lors, affirmer avec certitude que toutes les crevasses ne sont point remplies de bas en haut, mais de haut en bas, et que ce ne sont là que des crevasses de remplissage et non d'éjection. » (M. Filhol, p. 19.)

« ... La portion supérieure des gîtes est remplie par une masse constituée par des argiles rouges... et renferment dans leur intérieur des débris d'animaux d'époques récentes...

» ... La substitution des éléments minéraux aux divers éléments anatomiques qui constituaient les tissus a dû se faire d'une manière rapide à une température peu élevée, et enfin au sein d'eaux qui, acidulées par des gaz comme de l'acide carbonique, ne pouvaient avoir d'action corrosive sur la trame des tissus. » (M. Filhol, p. 25.)

Il est curieux de voir qu'à des époques aussi diverses les mêmes phénomènes se soient produits d'une façon aussi uniforme et que les observations d'événements datant de l'éocène supérieur, du quaternaire et de nos jours aboutissent aux mêmes conclusions. Cette constance de preuves est assez rare en géologie pour mériter d'être signalée.

M. Paul PALLARY

à Oran.

SUR UN NOUVEAU GISEMENT DE PHOSPHATE D'ALUMINE

— Séance du 10 août 1894 —

Le gisement dont il est question dans cette note se trouve dans le territoire de la commune de Misserghin à 10k,4 d'Oran, sur le côté gauche de la route nationale d'Oran à Tlemcen, non loin de la tour Combes. Là se trouve à fleur de terre une ouverture béante signalée par un figuier ;

Digitized by Google

une fois descendu on est dans une caverne à stalactites, peu étendue, présentant quelques boyaux. C'est dans l'angle gauche de cette caverne que se trouve un fossé, seul reste de l'exploitation entreprise par M. Fabriès, d'Oran.

La terre, qui forme une couche assez épaisse, va en augmentant d'épaisseur en se dirigeant vers la gauche; c'est une terre lourde, d'un brun rougeâtre, avec beaucoup de grumeaux blanchâtres et des masses spongieuses bariolées de couleurs diverses (jaune, noir, rouge). Dans la coupe de ce dépôt, on voit des veines blanches de peu d'épaisseur constituées uniquement par le phosphate d'alumine, mais le plus souvent ce phosphate est mêlé à la terre sous forme de magma. Çà et là, dans la coupe, des cavités remplies d'une poussière orangée non encore étudiée.

Malgré le soin apporté à leur recherche, nous n'avons pas trouvé d'ossements, mais seulement quelques hélices dont l'ancienneté est douteuse. Une grande partie de la terre provient du sol extérieur, qui est une terre rouge, abondante partout en Algérie, et qui a été entraînée dans la caverne par les pluies.

Un silex taillé et les hélices ont sans doute la même origine.

Le phosphate d'alumine se présente sous forme de masses *blanches*, amorphes, légères, onctueuses, happant très fortement à la langue et s'écrasant facilement sous les doigts lorsqu'elles sont humides. Projeté dans l'eau, ce phosphate fait entendre un bruit semblable à celui qu'on obtient en plongeant un fer chauffé ou de la chaux vive dans l'eau, puis il foisonne et forme un véritable lait.

Grâce à l'obligeance de M. le professeur Lacroix, nous avons pu exécuter, au Laboratoire de minéralogie du Muséum de Paris, quelques analyses chimiques. Nous avons pu ainsi constater que la chaux manque absolument dans ces masses blanches; que celles-ci, mises en digestion avec une solution faible de potasse caustique, donnent une coloration orange, ce qui indique un corps organique. Cette coloration est bien plus accentuée que celle obtenue dans les essais parallèles faits avec la minervite rapportée de Minerve par M. Armand Gautier. Les réactions de l'acide phosphorique et de l'alumine sont très caractéristiques. Malheureusement le temps nous a manqué pour vérifier si ces éléments sont dans les proportions voulues : $P^2O^5Al^2O^3,7H^2O$, pour constituer la minervite.

Nous n'avons pu nous assurer non plus de la composition de la poudre jaunâtre des cavités, ni de l'existence du fluorure de calcium dans ces phosphates. Nous pensons pouvoir donner des détails plus précis l'an prochain.

Enfin, pour compléter ces renseignements, ajoutons que le dépôt phosphaté repose directement sur la stalagmite ou sur le calcaire qui forme les parois. Ce dernier est d'apparence cristalline, ne contient pas de fos-

Digitized by Google

siles et appartient probablement à l'étage sahélien. Autour des pointements du calcaire, le phosphate d'alumine est déposé sous forme de chasse.

On voit donc que puisque le terreau phosphaté recouvre la stalagmite, la formation de ce terreau est récente, peut-être plus récente que le quaternaire.

M. Émile RIVIÈRE

à Paris.

GROTTE DE LA FONTAINE (DORDOGNE)

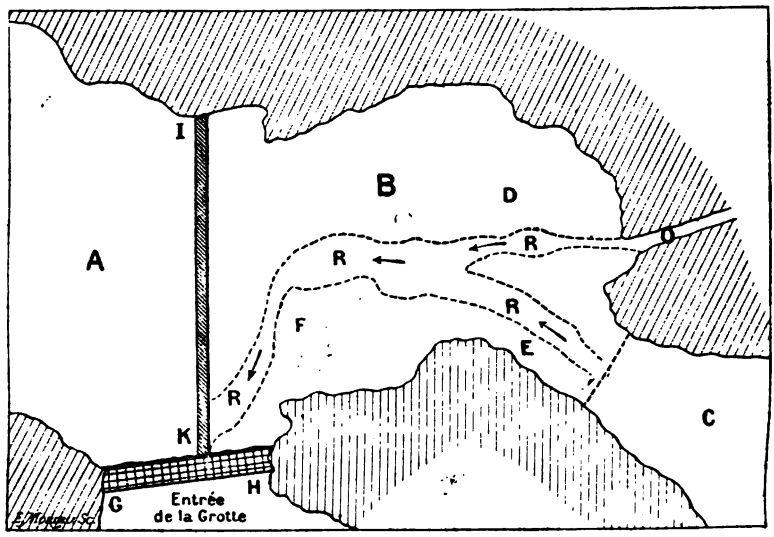
— Séance du 10 août 1894 —

La grotte de la Fontaine est située dans le canton de Saint-Cyprien (Dordogne), sur le territoire de la commune de Tayac, tout près de l'église, autrefois fortifiée, dont la construction remonte aux XIe et XIIe siècles, entre le mur extérieur et le presbytère, sur le chemin même qui conduit des plus hautes maisons de Tayac au bord de la Vézère (rive gauche), et à quelques mètres au-dessus du chemin vicinal allant des Eyzies à Saint-Cyprien. Cette grotte, dont les eaux alimentent la partie de Tayac où elle se trouve, a été convertie en un véritable réservoir pour les eaux qui sourdent, par plusieurs points, dans la partie la plus reculée de la grotte, d'une façon continue, mais en quantité plus ou moins grande, selon la saison. Elle est divisée en deux parties par un mur long de $5^m,60$. Le côté gauche (A) donne une eau d'une assez bonne qualité qui sert à la consommation des habitants proprement dits. Le côté droit (B), au contraire, renferme une eau généralement trouble, d'apparence rougeâtre, provenant de la couche argileuse et ossifère qu'elle traverse ; cette eau est plus particulièrement réservée au bétail.

On ne peut pénétrer dans cette grotte, qui n'a jamais été occupée et ne pouvait pas l'être, de par les causes susdites, — on ne peut y pénétrer, dis-je, que par l'ouverture par laquelle les habitants, penchés sur le mur d'appui (GH), vont y puiser l'eau dont ils ont besoin pour leurs usages journaliers. D'une exploration impossible dans les conditions mêmes où elle se trouve, c'est-à-dire en ce qu'elle est complètement remplie d'eau, presque jusqu'à la voûte, je n'ai pu y faire des fouilles qu'accidentellement,

Digitized by Google

pendant un nombre de jours limité et encore à la condition d'avoir recours, chaque jour avant d'y pénétrer et pendant tout le temps que duraient les fouilles, à une pompe d'épuisement fonctionnant sans interruption, sous peine d'accidents.



Plan de la grotte de la Fontaine.

LÉGENDE

A. — Côté des eaux potables.
B. — Côté de la couche ossifère.
C. — Faille remplie par la couche ossifère.
D, E, F. — Hauteurs respectives de la voûte (1^m — $1^m,20$ — $1^m,40$).
G, H. — Mur d'appui de la grotte.
I, K. — Mur de séparation.
O. — Principale origine des eaux.
R. — Rigole creusée par les eaux.

Au commencement du mois d'octobre 1892, le mur de séparation IK ayant eu besoin de réparations, les ouvriers qui travaillaient à sa réfection découvrirent dans le fond de la grotte, à gauche, en C, quelques ossements (1). Je me trouvais, en ce moment, l'hôte du docteur Paul La Borderie, au château de la Goudelie (commune de Tursac), occupé à faire des fouilles dans les foyers de la station classique de la Madeleine. Prévenu immédiatement, je revins aussitôt à Tayac et profitai de l'occasion, vivement souhaitée, de pénétrer dans la grotte de la Fontaine et de l'explorer.

(1) En 1891, j'avais appris par l'ancien maire de Tayac, M. Mercier-Pageyral, que plusieurs années auparavant, on avait, en curant la fontaine, trouvé déjà quelques gros ossements et j'avais demandé d'être prévenu, si jamais quelque nouveau curage devait avoir lieu, de l'époque à laquelle on y procéderait.

Digitized by Google

Ces fouilles ne purent être, malheureusement, que de très courte durée, en raison de l'impossibilité de laisser la population du voisinage plus de quelques jours sans la quantité d'eau nécessaire, soit à elle-même, soit à ses bestiaux. Elles furent aussi des plus difficiles et par la nécessité, pour les ouvriers, de travailler les pieds dans l'eau, souvent même jusqu'à mi-jambe malgré l'emploi continu de la pompe à épuisement, difficiles aussi par la faible hauteur de la voûte, qui mesure, en plus d'un point, à peine 1 mètre au-dessus du niveau du sol. Le maximum de hauteur en F est de $1^m,40$; le minimum, en D, est de 1 mètre, et la hauteur près de la faille C, en E, est de $1^m,20$ seulement. Le sol est, de plus, creusé d'une rigole R par les eaux qui sourdent des points C et O. Enfin, la plus grande longueur de la grotte est de $6^m,75$.

La couche ossifère (C) que j'ai explorée en partie et dont provenaient les quelques ossements trouvés il y a plusieurs années d'abord, puis par moi, en 1892, ne se trouve pas dans la grotte proprement dite ou plutôt dans la partie droite de la grotte, mais dans une sorte de faille ascendante, de couloir situé au fond de la grotte, à peu de distance de la voûte et dirigé obliquement de bas en haut vers le sommet de la colline sur laquelle les maisons de Tayac sont échelonnées.

Le milieu dans lequel se trouvent les os est une argile rouge mêlée de sable fin et de quelques fragments de roche qui ont dû y être entraînés autrefois par les eaux (1). Bref, il ne s'agit pas ici d'une grotte d'habitation, mais bien seulement d'une faille qui a été remplie aux temps quaternaires par les matériaux indiqués ci-dessus et par les os qu'il me reste maintenant à signaler.

Bien que mes fouilles, comme je l'ai dit tout à l'heure, n'aient été que de courte durée, elles m'ont fourni les restes d'une faune intéressante. Je citerai principalement un *Elephas* représenté par plusieurs os du pied, mais je n'ai pas trouvé de dents me permettant de dire l'espèce à laquelle cet *Elephas* appartient. Je signalerai aussi les genres : *Equus* dont j'ai un certain nombre de dents et d'ossements, notamment des métacarpiens et des métatarsiens; *Ursus*, j'ai, d'un individu, les deux mandibules droite et gauche ; *Hyœna*, représenté aussi par plusieurs mandibules ; *Canis*, quelques débris ; *Bos*, deux animaux de taille différente; *Cervus*, etc. Je me borne, quant à présent, à cette simple énumération, attendant pour faire une étude complète de cette faune, d'avoir pu fouiller de nouveau la grotte de la Fontaine et en avoir extrait les ossements et les dents que l'on distingue assez facilement dans le milieu qui les renferme et qui sont, au moment de

(1) Toutes les recherches que j'ai faites depuis deux ans pour trouver l'ouverture par laquelle os, argile, sable, etc., ont pénétré dans la grotte ne m'ont donné jusqu'à présent aucun résultat certain, mais seulement quelques indications.

Digitized by Google

leur extraction, d'une extrême fragilité, grâce à l'humidité du sol dans lequel ils se trouvent.

L'année dernière (1893), la sécheresse extrême qui a régné en France m'aurait grandement facilité mes recherches dans la grotte de la Fontaine, qui contenait alors une quantité d'eau relativement minime. Mais cette eau était devenue, par sa rareté même, plus que jamais nécessaire à la population, aussi les habitants de Tayac se sont-ils unanimement refusés à me laisser vider leur source du peu d'eau qu'elle renfermait. J'espère être plus heureux dans quelques jours, l'année 1894 étant, au contraire, une année éminemment pluvieuse.

J'ajoute, en terminant ce qui a rapport à la grotte de la Fontaine, que l'homme n'ayant jamais habité cette grotte, et pour cause, les ossements d'animaux que j'y ai recueillis ne sont jamais fendus ni brisés que par la difficulté de leur extraction d'un milieu argileux des plus humides et dans des conditions de travail des plus pénibles. J'ajoute aussi que je n'y ai jamais trouvé ni l'homme lui-même en tant qu'ossements, non plus qu'aucun de ses produits industriels, d'objets fabriqués ou travaillés par lui, ni silex taillés, ni armes, ni instruments en os ou en bois de Cervidés, ni dents, ni coquillages percés, ni parures, ni fétiches, en un mot, rien, absolument rien autre que des ossements et des dents d'animaux.

Le plan qui accompagne cette notice est dû à l'obligeance de M. Gaston Berthoumeyrou (de Tayac) qui a bien voulu le dessiner pour moi, ce dont je le remercie vivement ici.

M. COSSMANN

Ingénieur chef des services techniques à la Compagnie des Chemins de fer du Nord, à Paris.

SUR QUELQUES FORMES NOUVELLES OU PEU CONNUES DES FALUNS DU BORDELAIS

— Séance du 11 août 1894 —

Depuis les travaux de Basterot et de Grateloup, qui remontent à 1825 et à 1847, aucune monographie complète, avec descriptions et figures, n'a été publiée sur la faune miocénique et oligocénique des environs de Bordeaux et de Dax.

Digitized by Google

Desmoulins, Tournouër, Mayer-Eymar ont isolément décrit un certain nombre d'espèces provenant de gisements récemment ouverts ou mieux explorés. En 1873, M. Benoist a fait paraître un catalogue des testacés fossiles recueillis dans le vallon de la Brède et à Saucats, bientôt suivi du premier fascicule d'une Monographie qui devait comprendre tous les bivalves, mais qui n'a pas eu de suite ; un peu plus tard. ce savant confrère, abordant la série conchyliologique par l'autre extrémité, a publié une première livraison contenant la description des Céphalopodes et des *Actæonidæ*, dont la continuation paraît avoir été interrompue par un accident grave qui lui est survenu au cours d'une de ses excursions paléontologiques.

Enfin, tout récemment, M. Degrange-Touzin a fait paraître une description des espèces non marines de la même région, appoint fort important à l'étude générale de la faune dont il s'agit. Nous souhaitons qu'il se dévoue à cette œuvre pour laquelle il paraît tout naturellement désigné.

Quant à nous, étranger à la région, notre projet est beaucoup plus modeste, notre but plus restreint, et les motifs qui nous amènent à faire une incursion dans le domaine de nos confrères bordelais ont une toute autre origine que le désir de réaliser la monographie impatiemment attendue par les paléontologistes qui s'occupent des faluns.

Nous avons, en effet, entrepris, sous le titre : *Essais de Paléoconchologie comparée*, une étude analytique des genres de Gastropodes et de Pélécypodes connus à l'état fossile.

Les formes nouvelles, les espèces non décrites, dont nous aurons à constater l'existence dans les terrains secondaires, trouveraient naturellement leur place dans la *Revision et continuation de la Paléontologie française* que nous avons simultanément commencée et qui sera menée de front avec la première étude.

Mais, en ce qui concerne les terrains tertiaires, il nous a paru intéressant de préparer d'avance la voie en publiant à part la description de quelques espèces qui, soit par leur nouveauté, soit par l'absence d'indications précises sur leurs caractères, méritent d'être signalées. La session du Congrès de notre Association nous offre l'occasion de faire, d'ores et déjà, une communication au sujet de quelques-unes de ces formes, provenant des faluns des environs de Bordeaux, et recueillies par nous à la suite d'un triage patient des sables que nous avons reçus ou rapportés des riches gisements de cette région.

Dans le nombre, il y a même un genre nouveau dont nous offrons la primeur aux séances de la réunion de Caen : la création de ce genre nous a paru indispensable, bien motivée, et absolument dégagée des tendances qui inspirent une certaine école, d'après laquelle on serait conduit à faire presque autant de genres qu'il y a aujourd'hui d'espèces en Conchylio-

Digitized by Google

logie, autant d'espèces qu'il y a de variétés, et autant de variétés qu'il y a d'individus.

Nous pensons que cette théorie ne conduirait qu'à une impasse, en matière scientifique, et nous prions nos auditeurs de croire que nous n'avons pas l'intention de nous laisser aller à une subdivision indéfinie des coupes, soit dans le genre, soit dans l'espèce.

ROTELLORBIS SIMPLEX, Benoist *(Pl. III, fig. 20-22)*.

1873. *Teinostoma simplex*, Ben., *Catal. test. foss.*, p. 129, n° 388.

Forme discoïdale; nucléus embryonnaire légèrement saillant; spire un peu conoïdale, composée de quatre tours faiblement convexes, croissant rapidement, lisses et brillants, séparés par une suture peu profonde. Dernier tour grand, arrondi à sa périphérie, où commencent à apparaître quelques sillons spiraux très obsolètes, qui continuent sur la surface de la base; celle-ci est partagée en deux régions que sépare une arête bien visible: l'aire extérieure est un peu bombée, tandis que l'aire centrale, faiblement sillonnée comme l'autre, est plutôt creuse; enfin l'ombilic est entièrement recouvert par une callosité épaisse et excavée qui s'étend en arrière jusque dans l'angle inférieur de l'ouverture, et qui est limitée en avant par un rebord subcaréné. Ouverture ovale découverte, à péristome à peine modifié au point où aboutit l'arête basale, et épaissi à l'intérieur; labre très oblique par rapport à l'axe vertical, un peu sinueux en arrière où il s'attache presque normalement à la convexité de la base de l'avant-dernier tour; bord columellaire très excavé, calleux, se distinguant bien de la callosité ombilicale sur laquelle il produit une saillie subanguleuse.

Grand diamètre.	$2^{mm}3/4$
Épaisseur	$1^{mm}1/2$

Rapports et différences. — Se distingue de *R. plicatus* par sa spire complètement lisse et par sa base sillonnée d'une manière moins profonde; de *R. Bouryi* par sa forme plus globuleuse, par sa base complètement imperforée, enfin par sa périphérie qui n'est jamais anguleuse, même au début. De même que pour *R. plicatus*, nous adoptons la dénomination proposée par M. Benoist dans son Catalogue de Saucats, quoique la diagnose très brève qu'il donne de cette espèce soit peu explicite.

Gisement. — Pont-Pourquey, dans la zone à *Mactra*, unique *(Pl. III, fig. 20-22)*. Coll. Cossmann. Signalée par M. Benoist à la carrière Giraudeau, dans la zone à *Arca Burdigalina*.

ROTELLORBIS PLICATUS, Benoist *(Pl. III, fig. 17-19)*.

1873. *Teinostoma plicata* Benoist, *Catal. test.*, p. 129, n° 387.

Forme discoïdale; nucléus embryonnaire lisse, peu saillant; spire à peine convexe, composée de quatre tours croissant rapidement, ornés de cinq ou six sillons spiraux, profonds et réguliers, que séparent de petites

Digitized by Google

carènes aussi étroites que leurs interstices. Dernier tour grand, arrondi à sa périphérie jusqu'à la limite de la base, qui est indiquée par un angle très obsolète; toute sa surface est régulièrement couverte de sillons qui se prolongent sur la base; celle-ci est partagée en deux régions : l'une, extérieure, est plane et obliquement déclive; l'autre, au centre, est déclive en sens inverse et séparée de l'autre région par un cordon plus saillant que les autres; enfin l'ombilic est recouvert par une large callosité lisse et excavée, dont le contour est caréné, surtout en avant. Ouverture découverte, arrondie, un peu anguleuse à la partie supérieure de son contour, au point où aboutit le cordon séparatif des deux aires basales; labre mince, obliquement incliné par rapport à l'axe vertical; bord columellaire excavé, peu distinct de la callosité ombilicale.

Grand diamètre.	2mm1/2
Épaisseur	1mm1/2

Rapports et différences. — Se distingue aisément de *R. Laubrierei*, type de notre genre éocénique *Rotellorbis*, par l'absence de carène périphérique et de costules obliques sur la spire; sa forme ressemble davantage à celle de l'autre espèce de l'Éocène, *R. Bouryi*, mais elle s'en distingue par ses tours sillonnés et par sa base divisée en deux aires distinctes. M. Benoist l'a signalée comme *Tinostoma*, avec quelques lignes de description qui nous permettent d'y reconnaître notre coquille, de sorte qu'il nous paraît légitime d'adopter la dénomination spécifique qu'il a proposée, bien que cette diagnose très sommaire ne soit pas accompagnée d'une figure.

Gisement. — Saucats, moulin de Lagus, unique *(Pl. III, fig. 17-19)*. Coll. Cossmann. Moulin de l'Église, Pont-Pourquey (*fide* Benoist).

PLESIOTHYREUS BENOISTI, *nov. sp. (Pl. III, fig. 7-9)*.

Coquille capuliforme, ovale, régulièrement bombée; nucléus apical subglobuleux, lisse, enroulé à droite, placé presque à l'extrémité postérieure, plus bas que la convexité dorsale; ornementation finement et régulièrement cancellée par des rayons et des accroissements. Péritrème un peu bâillant sur les contours latéraux, accompagné à l'intérieur de l'ouverture, sur les trois quarts de son développement, par un rebord laminaire finement crénelé sur son contour libre, qui ne cesse que du côté antérieur; impression musculaire peu distincte, en fer à cheval, paraissant s'arrêter en même temps que la lame interne.

Longueur.	4mm 1/2
Largeur.	3mm 1/2
Hauteur	2 mill.

Observations. — Nous avons établi, en 1888, le genre *Plesiothyreus* pour une coquille de l'Éocène (*Capulus parmophoroides*, Cossm.) qui s'écarte des *Capulus* par sa lame interne et des *Crepidula* par les denticules du

Digitized by Google

bord libre de cette lame qui est parallèle au contour de l'ouverture, au lieu de former la corde de l'arc. La forme régulière des coquilles de ce genre les rapproche des *Scutum*, mais elles s'en distinguent par leur lame interne, par leur nucléus apical et par leur impression musculaire dont les branches ne se terminent pas en hameçon. Il paraît que le genre *Plesiothyreus* vient d'être découvert dans les mers du Japon *(fide* Newton *in litt.)*.

Rapports et différences. — Si l'on compare notre nouvelle espèce à sa congénère de l'Éocène, on trouve qu'elle est plus étroitement ovale, plus bombée, que son ornementation est treillissée au lieu d'être simplement rayonnée, que sa lame interne s'étend davantage sur la périphérie, et qu'enfin son nucléus apical est plus globuleux.

Gisement. — Saint-Avit, Langhien inférieur, unique *(Pl. III, fig. 7-9)*. Coll. Cossmann.

TRUNCATELLA COSTATA, Benoist *(in litt.) (Pl. III, fig. 10-11)*.

Forme cylindracée, tronquée au sommet; embryon planorbulaire et lisse, formé de deux tours presque disjoints par une suture excavée et bordée d'une rainure superficielle; spire composée de quatre tours, dont la hauteur atteint finalement les deux tiers de la largeur, un peu convexes, séparés par de profondes sutures; dernier tour assez élevé, ovale à la base; ornementation formée de costules axiales minces, curvilignes surtout vers la suture inférieure, régulièrement espacées, à interstices lisses deux fois plus larges que les côtes. Ouverture courte, obliquement ovale, arrondie en avant, un peu anguleuse en arrière; péristome entier, un peu réfléchi; labre mince, presque vertical, faisant un petit crochet antécurrent pour se raccorder en arrière avec la base; columelle très courte, excavée; bord columellaire oblique, calleux, bien limité, recouvrant imparfaitement la fente ombilicale et se raccordant presque sans inflexion avec le contour supérieur de l'ouverture.

Longueur.	4mm 1/2	Hauteur du dernier tour. .	2mm 1/4
Diamètre.	2 mill.	Ouverture de profil	1mm 1/4

Rapports et différences. — Cette petite espèce se distingue par ses côtes courbes et régulières traversant chaque tour d'une suture à l'autre, tandis que les quatre espèces signalées dans l'Éocène des environs de Paris ou de Mons sont lisses. Elle n'était pas connue de Benoist quand il a rédigé son *Catalogue des testacés fossiles* de Saucats, et d'ailleurs elle vient des environs plus immédiats de Bordeaux; mais nous reprenons bien volontiers le nom que notre savant confrère lui a attribué dans une de ses lettres, quand nous lui avons soumis nos échantillons, dénomination qui n'a pas encore été employée pour une *Truncatella*, du moins à notre connaissance.

Gisement. — Mérignac, près Bordeaux, deux individus *(Pl. III, fig. 10-11)*. Coll. Cossmann.

Digitized by Google

NYSTIA FALUNICA, Benoist *mss.* (*Pl. III*, , *fig. 12-13*).

Taille petite; forme pupo-conoïdale: spire tronquée au sommet, subulée, composée de trois tours et demi, dont la hauteur atteint presque les deux tiers de la largeur, à peine convexes, séparés par des sutures linéaires; dernier tour grand, arrondi à la périphérie, à base peu convexe, déclive, perforée d'une étroite fente ombilicale; surface entièrement lisse et brillante. Ouverture assez petite, ovale, oblique, à péristome continu et épaissi; labre un peu incliné en avant, par rapport à l'axe vertical, extérieurement bordé par un bourrelet obsolète se rattachant en arrière à la callosité du bord opposé, avec lequel il fait un angle aigu; columelle excavée; bord columellaire étroit, calleux, découvrant, jusqu'à sa jonction avec le labre, la fente ombilicale, se raccordant régulièrement, du côté antérieur, avec le contour supérieur de l'ouverture qui est un peu évasée.

Longueur.	4mm 1/2	Dernier tour de face. . . .	3 mill.
Diamètre.	2 mill.	Ouverture de profil	1mm 3/4

Rapports et différences. — Se distingue de *N. polita*, Edw., de l'Éocène supérieur, par ses tours bien moins convexes, par ses sutures peu profondes, par son ouverture plus contractée, à péristome moins bordé. Elle a plutôt la forme générale des *Stenothyra*, mais son sommet tronqué la place dans le genre *Nystia*.

Gisement. — Mérignac, Langhien inférieur, deux individus (*Pl. III, fig. 12-13*). Coll. Cossmann.

DALLIELLA *nov. gen.* — Forme turbinée, ovale, peu allongée; embryon lisse et mamillé; spire à galbe conoïde; tours plus ou moins convexes, à sutures bien marquées, à surface sillonnée; ouverture courte, large, dilatée, non échancrée, dont le contour supérieur est presque horizontal et forme un bec subcanaliculé avec l'extrémité de la columelle; labre mince au contour, lacinié et épaissi à l'intérieur, oblique de gauche à droite, à peine sinueux en avant; columelle plus ou moins excavée, tordue en avant par un pli fortement caréné, presque transversal, qui limite à droite le bec antérieur de l'ouverture; bord columellaire mince et très étroit, se terminant du côté antérieur contre le pli de la columelle.

Type : *Dalliella Brusinai*, Cossm. — Miocène.
Exemple : *Truncaria insolita*, Desh. — Éocène.

Observations. — Notre nouveau genre appartient vraisemblablement, par la forme de l'ouverture, par la disposition de la columelle, par l'obliquité du labre, à la famille *Planaxidæ*; toutefois, il se distingue essentiellement du genre *Planaxis* par l'absence d'une réelle échancrure au bec antérieur, et d'une callosité ou d'un tubercule à la partie postérieure du bord columellaire. L'une des deux espèces que l'on peut placer, quant à présent, dans le genre *Dalliella*, a été décrite par Deshayes

Digitized by Google

comme *Truncaria*, c'est-à-dire dans le voisinage des *Nassidæ*, qui ont la columelle tronquée plutôt que tordue, l'ouverture échancrée et pas entière comme *T. insolita*. Ce nouveau genre présente aussi une certaine affinité avec les *Cerithioderma*, classés dans la famille *Trichotropidæ*; mais ces derniers ont un canal rudimentaire plutôt qu'un bec, et leur embryon n'est pas mamillé, enfin leur ornementation est bien plus compliquée. La création et le classement du genre *Dalliella* paraissent donc bien justifiés.

DALLIELLA BRUSINAI, *nov. sp. (Pl. III, fig. 1-3)*.

? *an Cyclostoma cancellata*, Grat., 1847. *Atlas Conch. foss. (Pl. III, fig. 30)*.
1873. *Littorina sulcata*, Benoist, *Catal. test. foss.*, p. 101, n° 292 (*non* Morris).

Forme turbinée, subglobuleuse ; tours embryonnaires lisses, formant un petit bouton mamillé au sommet de la spire qui se compose de cinq tours convexes, croissant rapidement, dont la hauteur atteint et dépasse même la moitié de la largeur, séparés par de profondes sutures ; dernier tour grand, subsphérique, obliquement atténué à la base. Ornementation composée de huit à dix sillons spiraux, peu réguliers sur les tours de spire, également espacés et alternés sur la surface du dernier tour, se prolongeant régulièrement sur sa base et sur le dos du bec antérieur de l'ouverture; de très fines stries d'accroissement obliques traversent ces sillons. Ouverture arrondie dans son ensemble, à peine modifiée par un bec peu proéminent, produit par l'angle que forme le contour supérieur qui est presque horizontal, avec l'extrémité de la torsion columellaire ; labre oblique, mince au contour et lacinié à l'intérieur ; columelle presque droite, faisant un angle très ouvert avec la base de l'avant-dernier tour, tordue tout à fait en avant par un pli tranchant et presque transversal ; bord columellaire un peu calleux, peu étendu, limité par le pli de la columelle.

Longueur.	8 mill.	Dernier tour de face	6 mill.
Diamètre.	5mm 1/2	Ouverture de profil	4 —

Observations. — Il est probable que cette jolie espèce, quoiqu'elle soit rare, a été connue de Grateloup et qu'il l'a figurée sous le nom de *Cyclostoma cancellata* ; mais, pour adopter cette dénomination, il faudrait en être plus sûr, tandis que la figure de l'Atlas de Grateloup représente une coquille dont l'ouverture est absolument circulaire. Il en est de même de *Littorina sulcata*, d'après le catalogue de Benoist qui cite en synonymie non seulement *Cycl. cancellata*, mais *Turbo sculptus*. Ces deux auteurs n'ont peut-être pas en leur possession des échantillons complets de cette espèce, qui est très souvent mutilée, et comme ni l'un ni l'autre n'en ont donné la description, leurs déterminations, manifestement erronées, ne peuvent être acceptées à la place de *D. Brusinai*.

Rapports et différences. — Si l'on compare notre espèce à sa congénère de l'Éocène, on trouve qu'elle est moins conoïdale, plus globuleuse, que ses tours sont plus convexes, ses sillons plus profonds, alternés sur le

Digitized by Google

dernier tour, enfin que sa columelle est moins excavée et son labre plus oblique.

Gisement. — Pont-Pourquey (commune de Saucats), peu commune *(Pl. III, fig. 1-3)*. Coll. Cossmann.

MODULUS BASTEROTI, Benoist *(Pl. III, fig. 15-16)*.

1873. ***Modulus Basteroti***, Ben., *Castal. test. foss.*, p. 101, n° 295.

Forme turbinée, courte, presque biconique; spire à galbe un peu concave, composée de six tours dont la hauteur atteint à peine le tiers de la largeur, ornés de six ou sept filets spiraux granuleux, que traversent des côtes axiales, obliques et noduleuses; les trois filets supérieurs sont plus épais, plus espacés que ceux de la rampe déclive postérieure, de sorte que la hauteur des derniers tours est partagée en deux régions séparées par un angle très obsolète. Dernier tour très grand, dilaté, orné à la périphérie d'une crête dentelée à laquelle s'arrêtent les côtes; sa base à peine convexe, obliquement déclive, porte quatre gros cordons concentriques, inégalement distants, entre lesquels sont des filets plus fins, le tout est coupé par des accroissements crépus qui y produisent d'élégantes granulations. Ouverture arrondie dans son ensemble, subcanaliculée en avant; labre mince, très oblique par rapport à l'axe vertical; columelle excavée en arrière, tordue en avant par un pli peu saillant dans l'intérieur de la coquille, mais se terminant par une dent ou plutôt une carène qui forme, avec le contour supérieur de l'ouverture, une sorte de canal large, versant, non échancré; bord columellaire arrondi, calleux, peu étalé, ne recouvrant pas tout à fait la fente ombilicale comprise entre la base et la columelle.

Hauteur.	7mm,1/2	Ouvert. de profil . . .	5 mill.
Diamètre.	7 mill.		

Rapports et différences. — Beaucoup plus anguleuse et moins élevée que *M. tectum*, Gm., des mers actuelles, elle avait été confondue par Basterot avec *M. lenticularis*, Chemn., qui a la base plus convexe et la spire plus courte. Le genre *Modulus* est classé par Tryon près des *Tectarius;* il est impossible de ne pas être frappé de son analogie avec le genre *Brachytrema;* l'un et l'autre nous paraissent appartenir à la famille *Planaxidæ* et devoir être classés dans le voisinage des *Cerithidæ*.

Gisement. — Mérignac, Langhien inférieur, deux individus *(Pl. III, fig. 15-16)*. Coll. Cossmann. Signalée comme rare à Lariey par Benoist.

CLAVATULA BURDIGALENSIS, *nov. sp. (Pl. III, fig. 14)*.

1847, ***Pleurotoma semimarginata*** var. F. Grat. *Atlas conch. foss. (Pl. XIX, fig. 26)* (non. Lamk).

Forme conique, turriculée; embryonobtus, lisse, paucispiré, spire aiguë, composée d'environ douze tours, les premiers excavés, costulés, séparés par des sutures profondes, qu'encadrent deux bourrelets également saillants et perlés; à partir du cinquième ou du sixième tour, les costules et les crénelures disparaissent, il ne reste que de fines stries spirales; le bourrelet antérieur diminue graduellement,

Digitized by Google

tandis que le bourrelet inférieur se transforme en une carène de plus en plus saillante séparée de la suture par une rampe plus ou moins déclive; les derniers tours sont à peu près plans et lisses, sauf les stries d'accroissement qui sont coudées sur une dépression placée au-dessus de la carène postérieure; base du dernier tour excavée, ornée de filets irréguliers qui s'enroulent jusque sur le dos du canal. Ouverture piriforme, étroitement rainurée en arrière, terminée en avant par un canal long, un peu tordu, d'abord oblique, puis redressé à son extrémité un peu élargie et faiblement échancrée; labre mince, entaillé par un sinus large, ovale et profond; columelle peu courbée comme une *S* extrêmement allongée; bord columellaire mince et peu étalé.

Longueur.	60 mill.	Dernier tour de face.	36 mill.
Diamètre.	20 —	Ouverture de profil. .	28 —

Rapports et différences. — Cette forme doit être séparée de *C. semimarginata*, Lamk. Si on limite celui-ci comme l'a compris Lamarck, c'est-à-dire aux échantillons dont le bourrelet sutural est obsolète et qui n'ont pas de rampe entre ce bourrelet et la suture, *C. burdigalensis* est plus qu'une variété, et sans multiplier autant les espèces que l'ont fait Hœrnes et Auinger, on peut l'admettre comme distinct. Il est probable que l'on doit rapporter à notre espèce les jeunes individus de Baden que ces auteurs désignent comme *C. semimarginata*.

On ne peut confondre notre espèce avec *C. carinifera*, Grat., qui est d'une taille plus petite, dont les tours sont étagés à tout âge, avec une carène moins tranchante, et dont le canal est beaucoup plus court, enfin dont le sinus est moins profond.

Gisement. — Peloua, abondante *(Pl. IV, fig. 14)*. Coll. Cossmann.

HOMATOMA DEGRANGEI, *nov. sp. (Pl. III, fig. 4)*.

Forme étroite, turriculée; spire longue, un peu conoïde; six ou sept tours convexes, dont la hauteur atteint presque la même dimension que leur largeur, séparés par des sutures fines, profondes et ondulées; dernier tour grand, ovale, un peu atténué à la base; celle-ci est faiblement excavée par une dépression qui isole le bourrelet dorsal; l'ornementation des quatre premiers tours se compose de costules obliques et sinueuses, aussi larges que leurs intervalles, traversées par huit filets saillants qui leur donnent l'aspect rugueux; ces ornements s'arrêtent subitement vers le milieu du quatrième tour et la surface devient sinon lisse, seulement marquée par l'indice ou la trace que laisseraient les filets si l'épiderme avait été décortiqué; de fines stries d'accroissement, çà et là quelques varices obsolètes semblent prouver que cette absence d'ornementation n'est pas due à une cause accidentelle, notamment à l'usure du test.

Ouverture relativement courte, étroite, ovale, peu contournée et à peine rétrécie du côté antérieur, où elle se termine sans canal par une troncature échancrée; labre mince peu sinueux, échancrure du sinus à peine indiquée au-dessus de la suture; columelle incurvée en *S*; bord columellaire mince et étroit, à peine distinct du renflement dorsal qui aboutit à l'échancrure antérieure de l'ouverture.

Digitized by Google

Largeur.	9 mill.	Dernier tour de face. .	6 mill.
Diamètre.	2mm 3/4	Ouverture de profil . .	4 —

Rapports et différences. — Cette singulière coquille doit être classée dans le voisinage des *H. stria*, Calc. et *ligustica* Bell., quoiqu'elle soit bien plus étroite, que le dimorphisme de son ornementation soit bien plus accusé, et surtout quoique son sinus soit bien moins échancré. Bellardi a séparé dans une section distincte de la forme typique les *Homotoma* à canal à peine indiqué et dont les derniers tours sont dénués de côtes axiales; il ne dit pas si les coquilles de ce groupe ont le sinus profond, mais il y classe des espèces à échancrure plus sinueuse que notre espèce. Quoi qu'il en soit, nous proposons de la classer provisoirement dans cette section.

Gisement. — Peloua, Langhien; un seul individu *(Pl. III, fig. 4)*. Coll. Cossmann.

CLATHURELLA MILLETI, Desm. *(Pl. III, fig. 5-8)*.

1826 *Pleurotoma Milleti*, Desm. *Act. Soc. Linn.* n° 54, p. 6 *(Pl. IX, fig. 5)*.
1847 Id. Grat., *Atlas conch. foss. (Pl. XX, fig. 26)*.
1850 Id. d'Orb., *Prod. pal. strat.*, ét. 26, p. 60, n° 1055.
1873 *Defrancia Milleti*, Benoist. *Catal. test. foss. Saucats*, p. 187, n° 634.

Forme turriculée; spire relativement courte, étagée; neuf ou dix tours anguleux, dont la hauteur égale à peu près la moitié de la largeur, à peine convexes au-dessus de l'angle médian, excavés au-dessous de cet angle subcaréné; dernier tour grand, cylindroconique au-dessus de l'angle, un peu creusé à la base par une dépression qui le sépare du canal.

Ornementation composée de sillons spiraux, au nombre de quatre étroits et séparant de larges rubans au-dessus de l'angle, et de cinq ou six plus larges que les filets qu'ils séparent, sur la rampe creuse qui est au-dessus de la suture; des côtes obliques, larges et arrondies, ondulent ces rubans spiraux au-dessus de l'angle, et produisent des crénelures obsolètes sur sa carène, mais elles ne se prolongent jusqu'à la suture inférieure que sur les premiers tours, et dès que l'angle est bien formé, elles s'y arrêtent, tandis que la rampe excavée est seulement marquée par les accroissements curvilignes du sinus; sur l'avant-dernier tour, les côtes se sont graduellement effacées, et elles disparaissent complètement de la surface du dernier tour, qui ne porte plus que des rubans spiraux séparés par des sillons bifides, obliquement enroulés sur le dos du canal.

Ouverture rhomboïdale, terminée en avant par un canal court, assez large et échancré; labre presque vertical et un peu curviligne au milieu, échancré sur la rampe postérieure par un sinus ovale et profond, aminci à son contour externe épaissi à l'intérieur de l'ouverture où il porte quelques plis allongés et écartés, et muni à l'extérieur d'un large bourrelet peu saillant; columelle presque droite, faisant un coude arrondi et ouvert avec la base de l'avant-dernier tour, s'amincissant sans s'infléchir le long du canal antérieur; bord columellaire large et mince, portant un renflement dentiforme vis-à-vis du sinus du labre, et quelques crénelures irrégulières, peu visibles dans sa partie moyenne, se terminant en pointe à l'extrémité antérieure.

Digitized by Google

Longueur.	28 mill.	Dernier tour de face.	17 mill.
Diamètre de face. . .	11mm 1/2	Ouverture de profil. .	13 —

Rapports et différences. — Cette espèce ressemble beaucoup à *C. æquicostulata*, Bell., du Miocène des environs de Turin : toutefois elle a l'angle placé plus au milieu de la hauteur de chaque tour, le dernier tour moins arrondi, l'ouverture plus large en avant, plus subitement étranglée à la naissance du canal qui est aussi plus court; elle se distingue de *C. pluricostulata*, Bell. et de *C. subcostellata*, d'Orb. (*Pleur. costellata*, Grat. *non* Lamk.) par sa carène plus saillante et mieux crénelée, par l'effacement graduel des côtes axiales sur les derniers tours, enfin par sa forme moins élancée et par sa taille plus grande.

Observations. — Le genre *Clathurella*, Carp. (1857), auquel appartient incontestablement *Pleur. Milleti* et qui doit être substitué à *Defrancia*, Millet (1826), parce que cette dernière dénomination avait déjà été employée, est caractérisé par le bourrelet du labre et par les rugosités de la columelle; Fischer ne l'admet que comme une section du genre *Mangilia;* cette opinion paraît fondée, attendu que Bellardi lui-même a décrit comme *Clathurella* des espèces qui ont la columelle dénuée de plis rugueux et qui, par conséquent, ont beaucoup d'analogie avec les *Mangilia (sensu stricto)*. Cette forme ne commence à apparaître que dans le Miocène, elle n'a pas encore été signalée dans l'Oligocène, ni dans l'Éocène, où il existe cependant des *Mangilia* bien caractérisées.

Gisement. — Peloua, sous-étage langhien, post type *(Pl. III, fig. 5-6)*. Coll. Cossmann, un seul individu.

Citée par Benoist comme rare à Pont-Pourquey dans les couches à *Mactra*, et par Desmoulins dans les faluns de l'Anjou, à un niveau probablement plus élevé; mais cette assertion serait à contrôler.

LÉGENDE DE LA PLANCHE III

1-3.	— Dalliella Brusinai, Cossm. grossie trois fois et demie.	Pont-Pourquey.
4.	— Homotoma Degrangei, Cossm. id.	Peloua.
5-6.	— Clathurella Milleti, Desm., grandeur naturelle . . .	Peloua.
7-9.	— Plesiothyreus Benoisti, Cossm., grossi trois fois et demie.	Saint-Avit.
10-11.	— Truncatella costata, Benoist grossie quatre fois. . .	Mérignac.
12-13.	— Nystia falunica, Benoist, grossie cinq fois	Mérignac.
14.	— Clavatula burdigalensis, Cossm., grandeur naturelle.	Peloua.
15-16.	— Modulus Basteroti, Benoist, grossi deux fois et demie.	Mérignac.
17-19.	— Rotellorbis plicatus, Benoist, grossi douze fois. . . .	Saucats.
20-22.	— Rotellorbis simplex, Benoist, grossi cinq fois.	Pont-Pourquey.

Digitized by Google

M. A. PERON

à Châlons-sur-Marne.

LES BRACHIOPODES DU TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DE CIPLY (BELGIQUE)

— Séance du 11 août 1894 —

PREMIER ARTICLE. — TÉRÉBRATULES

Le terrain crétacé supérieur de la localité bien connue de Ciply (Belgique) est, comme on le sait, d'une richesse exceptionnelle en fossiles et particulièrement en Brachiopodes.

Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Mons, en 1874, Cornet (1), l'éminent géologue belge, rapporteur de l'excursion à Ciply, disait, en parlant des Brachiopodes de cette localité : « Leur abondance en genres, espèces, variétés et individus imprime un caractère remarquable aux couches crétacées de Ciply. Les coquilles des genres *Rhynchonella* et *Terebratula* sont d'une extrême abondance et présentent tant de formes diverses qu'il est très difficile, sinon impossible, de les séparer en espèces bien distinctes ; sous ce rapport, la faune de Ciply mérite toute l'attention des paléontologues qui s'occupent de l'étude des Brachiopodes. »

Il nous paraît utile, au moment où nous essayons un peu témérairement de répondre à l'invitation du regretté géologue, de rappeler ici ses paroles, auxquelles nous applaudissons et qui expliqueront l'incertitude que nous montrerons parfois au sujet de la distinction des espèces.

Depuis l'époque où Cornet écrivait ces lignes, son appel a cependant déjà été entendu. La science s'est enrichie d'une monographie des Brachiopodes de la craie supérieure de Ciply, présentée en 1879, comme thèse de doctorat, par M. Reinold von Hanstein à l'Université de Bonn ; mais cet ouvrage, assez restreint, très incomplet et non accompagné des figures des espèces, est loin de suffire aux besoins de ceux qui veulent connaître les Brachiopodes du célèbre gisement. Aussi, malgré cette nouvelle publication, ces Brachiopodes, très répandus dans toutes les collec-

(1) *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. II, p. 576.

Digitized by Google

tions, y restent-ils indéterminés et cela, non seulement dans les collections privées, mais encore dans toutes celles de nos grands établissements scientifiques.

Quelques excursions que nous avons pu faire, il y a longtemps déjà, à Ciply, nous ont mis en possession d'un nombre considérable de ces fossiles. Malgré que nous nous soyons entouré des documents nécessaires, puisés pour la plupart dans les littératures allemande, anglaise, hollandaise, etc., nous avons rencontré pour la détermination de nos espèces des difficultés parfois insurmontables. Nous sommes donc resté convaincu qu'il restait beaucoup à faire pour la connaissance de ces Brachiopodes si variés et il nous a paru qu'une étude détaillée, même restreinte aux exemplaires qui sont en notre possession, ne serait pas inutile.

Nous entreprenons donc, à titre de contribution, ce travail que nous limitons dans ce premier article aux Brachiopodes du groupe des Térébratules.

Cornet, dans le rapport précité, a indiqué comme se trouvant à Ciply les espèces suivantes de Térébratules, qu'il considère comme exactement déterminées :

Terebratula carnea Sowerby.	*Terebratula Hebertiana* d'Orbigny.
— *semiglobosa* Sowerby.	— *Sowerbyi* Haguenow.

D'après la monographie de M. von Hanstein, les espèces de Térébratules dont la présence à Ciply a été constatée seraient :

Terebratula carnea Sow.	*Terebratula abrupta* Tate.
— *minor* Nilsson.	— *Ciplyensis* nov. sp.
— *obesa* Sowerby.	— sp.

On voit par là qu'en dehors de *T. carnea*, toutes les espèces sont différentes dans les deux listes.

D'autre part, dans les catalogues généraux, donnés par MM. Bosquet et Ubaghs (1), des fossiles du terrain crétacé du Limbourg, lequel, comme on le sait, a les plus grandes affinités avec celui du Hainaut, nous trouvons parmi les Térébratules les espèces suivantes (2) :

Terebratula carnea Sow.	*Terebratula biplicata* Sow.
— *Fittoni* Hag.	— *Sowerbyi* Hag.

Nous voyons ainsi que les diverses listes connues ne comprennent

(1) *Descrip. géol. et paléont. du sol du Limbourg*, p. 216 (1879).

(2) Nous laissons ici de côté deux espèces, les *Terebratula Gisei* et *T. scaphula* Schloth, citées évidemment par erreur parmi les *Terebratula* par M. Ubaghs. La première, décrite mais non figurée par Von Haguenow sous le nom de *T. Gisie* (et non *T. Gisei*, comme écrivent à tort M. Ubaghs et aussi M. Schloenbach) est un très petit *Terebratulina*. Quant à la seconde, elle n'est, d'après M. Schloenbach, qu'un synonyme de *Terebratulina chrysalis* et *T. Defrancei*.

Digitized by Google

chacune que quatre ou cinq espèces et que, dans chacune d'elles, ces espèces sont en grande partie différentes de celles des autres listes.

Après un examen minutieux de tous nos matériaux et après même avoir écarté un certain nombre de formes représentées seulement par des exemplaires isolés ou mal conservés, nous pensons que, tout en réservant une large part aux variations spécifiques, on peut, sans difficulté sérieuse, distinguer dans la craie brune de Ciply et dans le poudingue qui la surmonte, un nombre plus considérable de types spécifiques, en général bien tranchés.

Et cependant, parmi toutes les espèces signalées par les auteurs que nous venons de citer, il en est plusieurs que nous ne reconnaissons pas dans nos nombreux spécimens.

Telles sont : *T. biplicata*, *T. obesa*, *T. semiglobosa* et *T. hebertiana*.

Sauf la dernière, qui habite la craie à bélemnitelles, ces espèces caractérisent des horizons crétacés bien inférieurs à celui de Ciply.

L'horizon stratigraphique des couches de Ciply est, à la vérité, encore un peu controversé, au moins pour une partie.

Tandis que des géologues ont fait de la craie brune phosphatée de cette localité la base de l'étage maëstrichtien, d'autres et notamment les auteurs de la carte géologique de la Belgique, considèrent cette même craie comme la partie supérieure de l'étage sénonien étage campanien) et ils ne font commencer le Maëstrichtien qu'avec le tuffeau et le poudingue qui le surmonte.

Il n'entre pas dans notre programme de discuter ces opinions qui, du reste, ont subi des variations ; mais si, malgré que la faune de la craie brune et celle du tuffeau maëstrichtien soient considérées comme identiques, on veut placer entre ces assises la séparation des deux étages, il n'en reste pas moins établi que la craie brune est superposée, dans le Hainaut, à un massif énorme de craie blanche *(craie de Spiennes et craie de Nouvelles au-dessous)* renfermant tous les fossiles les plus caractéristiques de notre craie supérieure de Meudon et d'Épernay et considérée par les géologues belges comme l'équivalent de cette craie. En conséquence elle constitue un horizon d'un âge plus récent que la craie de Meudon et, à plus forte raison, que la craie à *Terebratula semiglobosa*, et surtout que la craie glauconieuse où habitent les *T. biplicata* et *obesa*.

Tout en admettant donc que beaucoup d'espèces ont pu, comme nous l'avons nous-même démontré, se perpétuer pendant une grande partie de la période crayeuse, nous pensons qu'il ne faut admettre qu'avec circonspection la présence de ces espèces dans la craie supérieure de Ciply, alors surtout que cette présence n'a jamais été constatée dans les assises intermédiaires.

En réalité, nous ne trouvons dans notre nombreuse série aucun exem-

Digitized by Google

plaire présentant nettement les caractères de ces espèces. Ce n'est pas là, à la vérité, un argument péremptoire, car elles peuvent très bien avoir échappé à nos recherches; mais nous avons, comme nous le montrerons dans la discussion des espèces, toutes raisons de croire que ces formes de la craie inférieure ont été à tort confondues avec d'autres espèces, voisines assurément, mais néanmoins bien distinctes.

Terebratula carnea Sowerby.

Mineral-Conchol, t. I, p. 47, *Pl. XV, fig. 5, 6* [1812]; *Nob., Pl. IV, fig. 1, 2, 3.*

Cette espèce est, comme nous l'avons vu, citée à Ciply par tous les auteurs qui se sont occupés de cette localité.

Elle y est, en effet, assez abondante et si nettement caractérisée que personne n'a pu la méconnaître.

Nous en avons réuni sur un carton dix exemplaires choisis, depuis la taille de 18 millimètres jusqu'à celle de 50 millimètres. Tous ces exemplaires, très bien conservés, sont bien reconnaissables par leur foramen très petit, par leur crochet court, très recourbé et presque contigu à la petite valve, par leur forme anguleuse au pourtour de chaque côté du crochet, par le méplat qui occupe la partie médiane des valves, par la forme droite et située dans un même plan de la commissure des valves, et enfin par leur surface lisse et marquée seulement de lignes d'accroissement peu sensibles et irrégulièrement espacées.

Ces exemplaires sont bien semblables à ceux représentés par les auteurs et notamment à ceux figurés par d'Orbigny *(Pl. 513, fig. 5)*, et par M. Davidson *(Pl. VIII, fig. 1 et 3)*. Ils appartiennent en grande partie à la variété *elongata* de ce dernier auteur. D'autre part, nous avons placé sur un autre carton un certain nombre d'individus qui, tout en ressemblant aux premiers par la forme du crochet, par la petitesse du foramen, par la ligne non sinueuse de la commissure, etc., en diffèrent par la forme générale plus déprimée de la coquille, plus élargie et plus arrondie. C'est là, il nous semble, la forme la plus habituelle des jeunes *T. carnea*. C'est celle que d'Orbigny a représentée dans la figure 8 de sa planche 513 et c'est également celle que Sowerby a figurée et qu'il a prise pour type de l'espèce. Toutefois, il nous semble qu'à la taille du spécimen figuré par l'auteur, la forme arrondie devient rare. L'espèce que Nilsson a appelée *T. lens* (1) semble être un individu de cette même variété de *T. carnea*, mais un individu de taille encore plus exceptionnelle.

Le *T. carnea* existe assez fréquemment dans plusieurs niveaux du crétacé supérieur. Il est notamment assez abondant dans la craie de Meudon.

Nous jugeons utile de faire figurer un exemplaire qui dépasse par sa taille tous ceux connus jusqu'ici et un jeune individu représentant le type normal.

Explication des figures. — *Fig. 1, Terebratula carnea* Sow.; très grand individu de la craie brune; *fig. 2*, le même, vu de côté; *fig. 3*, jeune individu correspondant au jeune âge du précédent, comme on peut le voir d'après les stries d'accroissement de ce dernier; *fig. 4*, charnière et impressions internes de la petite valve d'un *T. carnea*.

(1) *Pet. suec.*, p. 35, pl. IV, fig. 6.

Digitized by Google

TEREBRATULA AFF. CARNEA

(Pl. IV, fig. 5-6.)

Nous désignons sous ce nom provisoire une térébratule plus fréquente encore dans la craie de Ciply que le véritable *Terebratula carnea* et dont nous possédons encore une vingtaine de bons exemplaires.

Elle est fort semblable à cette dernière espèce par sa forme générale, par son pourtour anguleux de chaque côté du crochet, par l'absence de sinuosité dans la ligne de commissure des valves, par le méplat que l'on distingue au milieu de la valve, par son crochet court et recourbé, et enfin par la surface lisse de la coquille. Elle s'en distingue seulement, d'une façon très constante, par un foramen beaucoup plus grand, sans qu'on rencontre, sous ce rapport, aucune forme de transition entre les deux espèces.

Les variations de forme que l'on peut observer dans *T. carnea* se retrouvent dans *T. aff. carnea*. Cependant, dans ce dernier, il arrive parfois, mais exceptionnellement, que le milieu de la petite valve se relève en une saillie qui correspond, sur la grande valve, à une légère dépression et se traduit dans la commissure palléale par une sinuosité large et simple.

Nous jugeons utile de faire dessiner un exemplaire présentant cette variation.

Sous ce rapport et par l'ensemble de ses caractères, notre *T. aff. carnea* ressemble singulièrement au type de *T. Carteri* que M. Davidson a décrit et figuré (1). Toutefois la description et le dessin du spécimen unique décrit par ce savant ne nous permettent pas de nous faire une idée suffisamment complète de cette forme spécifique. Nous reculons donc devant une assimilation avec d'autant plus de raison que, d'une part, le *T. Carteri* provient de la craie inférieure et que, d'autre part, cette espèce a été interprétée par quelques auteurs bien autrement que nous la comprenons nous-même d'après le dessin du type.

M. Schloenbach (2), en effet, a décrit, sous le nom de *T. Carteri* Davidson, une espèce de la craie inférieure d'Allemagne qui, par sa forme étroite et acuminée dans la région du crochet, s'éloigne sensiblement aussi bien du type de Davidson que de nos individus de Ciply. Il en est de même d'une espèce de la craie de l'Inde *(Arrialoor group)* que M. Stolickzka (3) a décrite et figurée sous le nom de *T. conf. Carteri* Davidson.

Dans ces conditions et quelque important que soit le caractère différentiel que nous avons indiqué, il nous paraît préférable de laisser les exemplaires qui nous occupent dans le voisinage de *T. carnea* à titre peut-être de variété à grand foramen.

M. Davidson semble avoir lui-même admis que la petitesse du foramen n'est pas un caractère complètement absolu dans *T. carnea*, car parmi les exemplaires de cette espèce qu'il a figurés, nous voyons que ceux qu'il indique comme formes typiques *(Pl. VIII, fig. 4 et 5)* ont précisément une ouverture plus grande que ceux représentés par les figures 1, 2 et 3.

EXPLICATION DES FIGURES. — *Pl. I, fig. 5, Terebratula aff. carnea*, individu de grande taille présentant une sinuosité au bord palléal, de la craie brune; *fig. 6*, le même vu du côté de la commissure palléale, la petite valve en haut.

(1) *Monog. of british cretaceous Brachiopoda*, p. 72, *Pl. VII, fig. 3.*

(2) *Ueber die Norddeutschen galeriten schichten und ihre Brachiopoden-Fauna*, p. 206, *Pl. II, fig. 1-2.*

(3) *Palæontologia indica Brachiopoda*, p. 18, *Pl. IV, fig. 1.*

Digitized by Google

Terebratula Dessaillyi

Nob. (Pl. IV, fig. 7-11), Synon? *Terebratula Sowerbyi* von Haguenow, *Monographie der Rugen'schen Kreideversteinerungen*, p. 541 (1840-1842), non *T. Sowerbyi* Defrance *Diction. sci. nat.*, t. LIII, p. 147 (1828), nec *T. Sowerbyana* Nyst (1843); — ? *T. Sowerbyi* Cornet, *Bull. Soc. géol. Fce* (3e série), t. II, p. 576 (1874); — ? *T. Sowerbyi* Ubaghs, *Descrip. géol. et pal. sol du Limbourg*, p. 216 (1879).

Nombre d'exemplaires étudiés : trois.

Dimensions du plus grand : longueur, 74 millimètres; largeur, 60 millimètres; épaisseur, 39 millimètres.

Dimensions du plus petit : longueur, 60 millimètres: largeur, 53 millimètres; épaisseur, 36 millimètres.

Nous n'avons recueilli nous-même qu'un seul exemplaire de cette belle espèce. Les deux autres, que nous avons sous les yeux, nous ont été obligeamment communiqués par M. Munier-Chalmas. Ils appartiennent à la collection de la Faculté des Sciences de Paris, à laquelle les a donnés M. Dessailly, l'intelligent exploitant des phosphates de chaux de Ciply.

Espèce de très grande taille, la plus grande, à notre connaissance, de tout le terrain crétacé.

Forme rhomboïdale, très élargie vers le milieu de la longueur, où se trouve la plus grande largeur, et amincie dans la région du crochet, de même qu'à la région palléale; valves également et médiocrement renflées; crochet extrêmement court, tronqué très obliquement et comme usé par le frottement; foramen très grand, à peine visible du côté de la petite valve par suite de la très grande obliquité de la troncature; valves ornées de deux gros plis ronds qui ne sont pas visibles dans la partie antérieure de la coquille, mais qui se dessinent fortement dans la région palléale, laissant entre eux sur la petite valve une dépression plus ou moins large et plus ou moins profonde; à ces deux plis correspondent, sur la grande valve, deux rainures de profondeur médiocre séparées par une côte obtuse; commissure latérale des valves presque droite jusqu'au bord palléal où elle s'infléchit du côté de la petite valve; commissure palléale présentant une double sinuosité arrondie; surface de la coquille garnie, principalement sur les flancs, de stries rayonnantes fines, un peu inégales, interrompues par les stries d'accroissement et souvent subonduleuses.

Rapports et différences. — L'espèce qui nous occupe est vraisemblablement la même que celle de la craie de Rügen que von Haguenow a décrite sous le nom de *T. Sowerbyi*. Ce savant, en effet, mentionne dans sa description les caractères principaux que nous venons de signaler, c'est-à-dire la grande taille, le crochet très tronqué et les stries rayonnantes de la surface. Cependant ses exemplaires, qui sont, dit-il, très voisins du *T. grandis* Blum., sont néanmoins plus petits que les nôtres. En outre, von Haguenow n'y signale pas le double pli qui est si accentué dans ces derniers. Deux de ses exemplaires ont acquis une épaisseur extraordinaire et sont presque sphériques. Il en résulte, dit-il, que le crochet est si serré et appuyé sur la valve ventrale que l'animal devait se trouver dans l'impossibilité d'ouvrir ses valves et que cette obésité a dû amener la mort.

Digitized by Google

C'est sans doute en raison de ce caractère que Rœmer (1) a rapporté cette grande térébratule de la craie de Rügen au *T. obesa* de Sowerby.

D'autre part, Quenstedt (2), qui seul a donné le dessin de cette même térébratule de Rügen, l'a également rapportée au *T. obesa* Sow. en faisant remarquer que ses exemplaires, qui ont été nommés par von Haguenow *T. Souverbyi*, sont très semblables à ceux que Davidson a figurés sous le nom de *T. obesa* Sow.

Or, dans la figure donnée par Quenstedt, qui ne reproduit que la vue du côté de la petite valve, nous remarquons que le crochet semble beaucoup moins tronqué que dans nos exemplaires, que le foramen est complètement visible de ce côté et enfin que la forme générale de la coquille est beaucoup plus oblongue et moins élargie au milieu.

Toutes ces différences peuvent laisser sur l'identité de notre *T. Dessaillyi* avec *T. Sowerbyi* von Hag. des doutes d'autant plus sérieux que, comme nous le verrons, il existe à Ciply d'autres grandes térébratules ayant un peu les mêmes caractères généraux.

D'autre part, nous ne pouvons admettre la possibilité de rattacher nos exemplaires au *T. obesa*, comme semblent l'avoir fait plusieurs auteurs, et, en conséquence, nous sommes dans la nécessité de leur attribuer un nom nouveau.

Cette mesure, d'ailleurs, même en admettant leur identité spécifique avec *T. Sowerbyi* von Hag., est encore justifiée non seulement par ce fait que cette dernière espèce n'a pas été figurée par son auteur, mais encore et surtout parce que ce nom de *T. Sowerbyi* avait été déjà, antérieurement à l'ouvrage de von Haguenow, appliqué par Defrance à une autre espèce, l'ancien *Terebratula resupinata* de Sowerby.

Ce *T. Sowerbyi* de Defrance n'a pas, à la vérité, été maintenu dans le genre *Terebratula*, ni même dans la nomenclature, mais la dénomination n'en a pas moins été employée et publiée et on ne pouvait l'employer de nouveau sans risques de confusion.

Cet inconvénient a été encore aggravé par ce fait qu'un nouveau nom de *Terebratula Sowerbyana* a été encore attribué par Nyst, presque à la même époque, (1843), à un autre Brachiopode du terrain tertiaire de la Belgique.

Il y a donc, pour beaucoup de motifs, lieu de donner un nom nouveau à l'espèce qui nous occupe et nous la dédions à M. Dessailly, l'éminent industriel qui a enrichi la collection de la Sorbonne des deux beaux exemplaires que nous avons sous les yeux et auquel nous sommes personnellement reconnaissant non seulement de son intervention pour faciliter nos recherches à Ciply, mais encore de l'accueil si cordial que nous avons reçu de lui à Grandpré où il a bien voulu nous guider au milieu de ses exploitations de phosphates de chaux.

Explication des figures. — *Pl. I, fig. 7, Terebratula Dessaillyi* Peron, individu de la plus grande taille, un peu déformé, de la collection de la Sorbonne; *fig. 8*, autre individu de forme un peu différente de ma collection; *fig. 9*, le même vu de profil; *fig. 10*, le même vu du côté de la commissure palléale, la petite valve à droite; *fig. 11*, portion de test du même, prise sur le flanc droit et grossie quatre fois pour montrer les stries rayonnantes qui ornent la surface.

(1) *Die Versteinerungen des Norddeutschen Kreidegebirges*, p. 43 (1840).

(2) *Petrefaeten-Kunde Deutschland Brachiopoden*, p. 384, *Pl. XLVIII, fig.* 77.

Digitized by Google

Terebratula abrupta Tate.

T. abrupta, Tate *on the correlation of the cretaceous Formation of the north-east of Ireland, in quart. journ. géol. soc.*, t. XXI, p. 41, pl. V, fig. 1 (1864); *T. abrupta* von Hanstein *Die Brachiopoden der oberen Kreide von Ciply*, page 25 (1879). *(Nob. pl. V, fig. 1, 2.)*

Cette espèce du terrain crétacé supérieur de l'Angleterre a été pour la première fois reconnue et signalée parmi les Brachiopodes de la craie de Ciply par M. von Hanstein. Elle semble avoir été jusque-là confondue soit avec la précédente, soit avec *Terebratula obesa*.

C'est encore une espèce de grande taille quoique moins grande que *T. Dessaillyi*. Elle n'est pas rare à Ciply, car nous avons pu en réunir huit exemplaires. Ils présentent très sensiblement les mêmes dimensions que les individus de Ciply décrits par M. von Hanstein et que le type d'Angleterre décrit par M. Tate. Notre plus grand exemplaire a 53 millimètres de longueur sur 38 de largeur et 28 d'épaisseur.

La forme est ovale, allongée et non anguleuse au pourtour. Le double pli est vague et peu ou même pas du tout formé. Le crochet est peu saillant et tronqué très obliquement. Le foramen, largement ouvert, est peu visible du côté de la petite valve. Quand les bords n'en sont pas usés par le frottement, l'ouverture affecte la forme d'un entonnoir.

La surface des valves est en général lisse et garnie seulement de stries concentriques peu accentuées et irrégulières. Cependant sur deux de nos exemplaires nous distinguons, à l'aide d'une forte loupe, des traces de stries rayonnantes, comme l'indique M. Tate dans sa description.

Rapports et différences. — Il résulte de l'ensemble de ces caractères que *T. abrupta* se rapproche beaucoup de l'espèce que nous venons de décrire sous le nom de *T. Dessaillyi*. Nous pensons cependant que les deux espèces doivent être distinguées. Le *T. abrupta*, qui d'ailleurs semble toujours de taille moindre, est d'une forme plus allongée et plus régulièrement ovale, sa biplissure est beaucoup moins accentuée et enfin les stries longitudinales qu'on remarque parfois sur les valves, sont bien moins apparentes.

D'après M. Ralph. Tate, le type de *T. abrupta* provient du *whit limestone* de l'Irlande, assise qui correspond, par sa base, au Sénonien supérieur à *Belemnitella mucronata* et, par sa partie supérieure, au Maëstrichtien et qui, par conséquent correspond bien à l'ensemble des couches de Ciply.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 1, Terebratula abrupta*, de la plus grande taille, craie brune; *fig. 2*, le même individu vu de profil.

Terebratula subabrupta

(Nob. Pl. V, fig. 3 et 6).

A côté de *T. abrupta* vient se placer une térébratule que nous avons hésité à en séparer et qui pourrait bien n'en être que le jeune âge.

Cette nouvelle forme est assez abondante à Ciply et nous en avons sous les yeux treize exemplaires tous bien semblables entre eux et formant un groupe bien homogène.

Ils sont tous de taille bien plus petite que les individus attribués au *T. abrupta*.

Digitized by Google

Le plus grand d'entre eux mesure seulement 35 millimètres de longueur sur 26 de largeur et 16 d'épaisseur. Le plus petit a 27 millimètres de longueur, 20 de largeur et 12 d'épaisseur. La forme est régulièrement ovale, les flancs formant une courbe arrondie; la région du crochet un peu acuminée.

La coquille est très déprimée, la petite valve beaucoup moins convexe que la grande.

Vers la région palléale prend naissance, très tardivement, une sinuosité peu profonde, vague, étroite, un peu irrégulière, n'occupant pas toujours le milieu de la valve et formant seulement, près du bord palléal, une petite dépression à laquelle correspond sur la grande valve une légère saillie très obtuse.

La commissure latérale est droite et s'infléchit seulement un peu aux approches du bord palléal.

La surface des valves est garnie seulement de lamelles d'accroissement assez serrées et assez saillantes. Sur aucun de nos exemplaires, nous n'avons pu découvrir aucune trace de stries longitudinales.

Le crochet est saillant, caréné sur les flancs assez recourbé, tronqué peu obliquement et séparé de la petite valve par un deltidium bien apparent, assez large et triangulaire; l'ouverture est grande, parfois élargie, et toujours entièrement visible du côté de la petite valve.

Rapports et différences. — Comme on le voit, cette espèce par l'ensemble de ses caractères se rapproche sensiblement de *Terebratula abrupta*. Cependant par sa forme déprimée, par son crochet plus saillant, plus recourbé, caréné et tronqué moins obliquement, par son foramen bien visible sur la face inférieure, elle a un aspect particulier qui la fait distinguer de l'espèce de M. Tate.

En rapprochant notre plus grand individu du plus petit de nos *T. abrupta*, ces différences subsistent dans leur entier. Nous n'avons donc réellement entre les deux formes aucun intermédiaire qui nous permette de conclure que l'une doit aboutir à l'autre.

Dans ces conditions, nous croyons devoir les distinguer, au moins provisoirement, et nous attribuons à la plus petite un nom spécial qui rappelle sa parenté avec la grande.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 3, Terebratula subabrupta*, notre plus grand exemplaire; *fig. 4*, le même vu du côté du bord palléal, la petite valve en haut, pour montrer la légère et irrégulière sinuosité de ce bord; *fig. 5*, autre individu de la taille moyenne; *fig. 6*, le même vu de profil.

Terebratula Fittoni von Haguenow.

Monog. der Rugen'schen Kreideversteinerungen, p. 542, *Pl. IX, fig. 6* (1839).
(Nob., Pl. V, fig. 7-8.)

Nous avons rencontré dans la craie brune de Ciply trois exemplaires qui nous paraissent appartenir à cette espèce peu connue de la craie de Rügen que von Haguenow a nommée *Terebratula Fittoni*.

Ils sont un peu plus grands que le type de l'espèce et mesurent 15 et 16 millimètres de longueur sur 12 à 13 de largeur et 12 d'épaisseur. La coquille est globuleuse ; les deux flancs arrondis ; le bord palléal coupé carrément, assez rétréci et fortement sinueux. La commissure latérale décrit une forte courbe du côté de la petite valve, laquelle est ornée de deux plis très accentués vers le tiers postérieur de la coquille et assez divergents.

Digitized by Google

Le crochet est court, assez épais, médiocrement recourbé, assez largement tronqué par l'ouverture qui est grande et circulaire. Le deltidium est très bas, mais néanmoins assez distinct. La surface des valves est garnie de lamelles concentriques nombreuses, épaisses, régulièrement échelonnées sur toute la valve.

Le test est assez fortement ponctué.

Rapports et différences. — Les exemplaires que nous venons de décrire se distinguent nettement par leur petite taille, par leur obésité, par les lames imbriquées qui garnissent sa surface et qui, par leur épaisse superposition, prouvent que ces individus ne sont pas des jeunes, par leur crochet court et peu recourbé et par leur double pli très accentué, de toutes les espèces connues de la craie supérieure.

Les quelques légères différences que nous constatons entre eux et le type de *T. Fittoni* von Haguenow nous paraissent insuffisantes pour qu'on puisse les distinguer de cette espèce, qui d'ailleurs est également citée aux environs de Maëstricht par MM. Bosquet et Ubaghs. Nous prenons donc le parti de les lui assimiler tout en faisant observer que nous ne connaissons cette espèce de Rügen que par la description et la figure qu'en a données von Haguenow. Aussi, pour faciliter l'interprétation de notre espèce nous en faisons dessiner un exemplaire.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 7, Terebratula Fittoni* Hag., notre plus grand exemplaire; *fig. 8*, le même, vu de profil.

Terebratula Ciplyensis von Hanstein.

Nobis, Pl. V, fig. 9-10-11. Von Hanstein, *Die Brachiopoden der oberen Kreide von Ciply*, ? 21 (1879)? *T. biplicata.* Ubaghs, *Descrip. géol. et pal. sol du Limbourg*, p. 216 (1879).

Nombre d'exemplaires étudiés : trois.

Dimensions du plus grand exemplaire, qui dépasse très peu la taille des deux autres : longueur, 30 millimètres; largeur, 25 millimètres; épaisseur, 15 millimètres.

Forme générale déprimée, très élargie vers le tiers postérieur de la longueur, acuminée en avant, arrondie et un peu rétrécie à l'arrière, valves également et médiocrement convexes.

Petite valve ornée de deux plis arrondis, très peu saillants, naissant tardivement, peu divergents et parfois irréguliers et un peu excentriques par rapport à l'axe longitudinal de la coquille.

Commissure latérale des valves droite jusqu'au bord palléal où elle s'infléchit un peu du côté de la petite valve.

Commissure palléale dessinant une double sinuosité à contours arrondis et peu profonds ; bord palléal non anguleux à l'extrémité des plis, ni échancré au sinus médian.

Crochet élevé, très saillant, peu recourbé, tronqué un peu obliquement à son extrémité, acuminé ; ouverture de grandeur moyenne, nettement arrondie.

Deltidium triangulaire, très apparent, haut, plein, strié dans la largeur et limité par deux rainures assez profondes.

Surface lisse, sans stries rayonnantes apparentes, garnie seulement de stries concentriques très peu saillantes et inéquidistantes.

Digitized by Google

Rapports et différences. — La térébratule qui nous occupe est très probablement celle que M. von Hanstein a nommée *Terebratula ciplyensis*. La description de cette espèce, en effet, en dehors de quelques détails, concorde bien avec celle que nous venons de donner. L'espèce, dit l'auteur allemand, est voisine de *T. biplicata* à un point tel qu'il a hésité à l'en séparer. Cependant, comme tous les *T. biplicata* authentiques proviennent de l'étage cénomanien, cette grande différence de station lui semble commander beaucoup de circonspection. Il existe d'ailleurs, ajoute-t-il, de notables différences entre les deux formes. La commissure palléale de *T. ciplyensis* décrit une simple sinuosité et non pas une courbure profonde comme dans *T. biplicata*. En outre, aucun individu de ce dernier ne montre un crochet aussi élevé, aussi acuminé et aussi détaché de la valve imperforée que celui de *T. ciplyensis*.

Sur ces points, nous sommes en complet accord avec M. von Hanstein, et les différences que nous constatons entre nos exemplaires et le *T. biplicata* sont bien celles indiquées par lui. Nous remarquons également de grandes analogies dans les dimensions, dans la forme et dans les principaux caractères de *T. ciplyensis* et de notre espèce. Cependant l'auteur allemand signale comme fortement recourbé le crochet de son espèce et nous ne trouvons pas ce caractère, au moins à ce degré, dans la nôtre. En outre, il constate l'existence, sur la surface de sa coquille, de fines stries rayonnantes que nous ne distinguons pas sur nos exemplaires.

Cette dernière différence est d'une importance secondaire, car l'existence des stries est un caractère instable. On le rencontre parfois sur des individus de *T. biplicata*, mais il est loin de s'y montrer constamment. Son absence, d'ailleurs, peut résulter d'un certain degré d'usure de la surface.

Malgré ces petites différences qui nous paraissent pouvoir résulter de variations individuelles, nous estimons que nos individus sont bien ceux auxquels von Hanstein a attribué le nom de *T. ciplyensis*. En conséquence, quoique la description de cette espèce n'ait pas été accompagnée de figures, et que, par suite, en vertu des règles actuelles de la nomenclature, ce nom n'ait aucun droit de priorité, nous jugeons préférable de le conserver pour ne pas surcharger inutilement la nomenclature, et nous lui donnons l'authenticité nécessaire en faisant figurer l'espèce.

Le *Terebratula ciplyensis* semble se retrouver dans la craie du Limbourg et c'est très probablement à des individus de cette espèce que M. Bosquet a appliqué le nom de *T. biplicata*. Nous croyons, en outre, que cette même espèce existe dans la craie à baculites du Cotentin, car nous possédons de cette région un exemplaire qui paraît bien semblable à ceux de Ciply.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 9, T. ciplyensis*, individu de la plus grande taille, de notre collection; *fig. 10*, le même vu de profil; *fig. 11*, le même vu du côté du bord palléal, la petite valve en haut.

Terebratula malonensis.

Nobis, Pl. V, fig. 12-15.

Nombre d'exemplaires étudiés : sept.

Dimensions du plus grand exemplaire : longueur, 35 millimètres; largeur, 37 millimètres; épaisseur, 20 millimètres. Autre exemplaire : longueur, 31 millimètres; largeur, 33 millimètres; épaisseur, 17 millimètres.

Digitized by Google

Coquille plus large que longue, transversalement ovale, déprimée, lisse, sans plis longitudinaux et sans stries rayonnantes.

Commissure des valves, simple, droite, se déroulant dans le même plan, sans aucune sinuosité; pourtour décrivant une courbe régulière dont le rayon est plus grand au bord palléal. Crochet court, épais, très peu recourbé, tronqué assez obliquement, rapproché de la petite valve qu'il ne recouvre pas et dont il est séparé par un deltidium peu élevé, mais toujours bien apparent.

Foramen circulaire, entier, largement ouvert et en forme d'entonnoir.

Surface des valves ornée seulement de lamelles d'accroissement assez saillantes, serrées et irrégulièrement espacées.

Structure finement ponctuée.

Rapports et différences. — Il est assez remarquable que cette espèce, qui ne semble pas très rare à Ciply, puisque nous avons pu en recueillir sept exemplaires et que nous en avons remarqué un exemplaire dans la collection de l'École des Mines, n'ait encore été ni décrite ni mentionnée par les auteurs.

Il est possible cependant, que ce Brachiopode soit le même dont M. von Hanstein (1) a étudié deux exemplaires auxquels il n'a pas attribué de nom et qu'il s'est contenté de comparer au *Terebratula capillata* d'Archiac du Tourtia de Tournay, tout en faisant observer qu'il s'en distingue par des caractères propres essentiels.

M. von Hanstein, toutefois, déclare que dans ces deux individus le crochet est caréné sur les côtés, ce qui ne se présente pas dans les nôtres. En outre, il signale leur forme comme circulaire, tandis que celle des nôtres est transversalement ovale et, enfin, il signale à la surface des stries rayonnantes que nous n'apercevons pas dans notre espèce.

Le rapprochement avec *T. capillata* est du reste inadmissible pour notre espèce. Elle est relativement plus large, plus déprimée; la grande valve est moins bombée, le crochet moins épais et moins recourbé; elle ne présente enfin jamais la légère sinuosité qu'on observe le plus souvent sur le bord palléal de *T. capillata*.

Notre nouvelle espèce peut encore être comparée à certaines variétés des *Terebratula depressa* Lamk. et *T. subdepressa* Stoliczka; mais c'est encore du *T. ootatoorensis* de ce dernier auteur (2) qu'elle semble se rapprocher le plus. Malheureusement, ce *T. ootatoorensis*, d'ailleurs insuffisamment connu, présente entre les deux spécimens figurés, lesquels sont incomplets, des différences notables qui nous laissent très incertain sur ses véritables caractères. M. Stoliczka les signale comme de forme circulaire et ils semblent cependant plus longs que larges, ce qui est le contraire de ce que nous remarquons dans notre espèce. En outre, le milieu de leur petite valve semble présenter une sinuosité et, enfin, leur crochet est plus courbé sur la petite valve et le deltidium est moins apparent.

Le *Terebratula malonensis* semble se trouver plus particulièrement dans le poudingue de la Malogne.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 12, T. malonensis*, individu de la plus grande taille, de notre collection; *fig. 13*, le même vu du côté de la commissure latérale; *fig. 14*, autre individu de taille moyenne; *fig. 15*, le même vu du côté de la commissure palléale, la petite valve en haut.

(1) *Loc. cit.*, p. 237.

(2) *Loc. cit.*, p. 24, pl. VII, fig. 2-3.

Digitized by Google

TEREBRATULA (ZEILLERIA) SUBCELTICA

Nobis, Pl. IV, fig. 12-13-14.

Nombre d'exemplaires étudiés : Neuf.

Dimensions du plus grand exemplaire : longueur, 30 millimètres; largeur, 19 millimètres; épaisseur, 18 millimètres.

Dimensions du plus petit exemplaire : longueur, 20 millimètres; largeur, 12 millimètres; épaisseur, 12 millimètres.

Coquille allongée, ovale, ventrue, aussi épaisse que large, le plus souvent rétrécie à l'extrémité postérieure, dont la plus grande largeur se trouve vers le milieu de l'axe longitudinal, ne présentant ni pli ni sinuosité, mais seulement une petite zone un peu moins convexe sur le milieu de la valve.

Commissure latérale des valves simple, presque droite et seulement très légèrement infléchie vers la petite valve; commissure palléale non sinueuse, étroite, bord palléal un peu tronqué.

Surface des valves lisse, garnie de quelques ressauts concentriques accentués; sur quelques exemplaires on distingue sur les flancs, à l'aide d'une forte loupe, des traces de stries rayonnantes, vagues.

Crochet saillant, un peu caréné sur les côtés, assez largement et obliquement tronqué par l'ouverture, qui est assez grande et circulaire.

Deltidium très apparent, triangulaire, excavé, limité latéralement par des carènes prononcées.

Rapports et différences. — Il est possible que le *Terebratula subceltica* soit le même Brachiopode qui a été rapporté par M. von Hanstein au *T. minor* Nilsson, de la craie à *Belemnitella mucronata* de Kjugestrand. La description que donne cet auteur de ses exemplaires concorde en effet bien, à quelques détails près, avec celle que nous venons de donner.

Il nous est impossible cependant d'accepter la détermination de M. von Hanstein, détermination qui ne semble recommandée par aucun renseignement particulier sur le type de Nilsson, ni même par une connaissance suffisante de ce type, car l'auteur allemand déclare n'avoir rien trouvé au sujet de cette espèce dans la littérature, en dehors de la figure et de la courte diagnose qu'en a donnée Nilsson.

Or, si nous comparons nos exemplaires à ce type de Nilsson, nous trouvons que celui-ci, de taille relativement petite, montre une forme plus élargie, plus arrondie au pourtour, moins renflée et moins amincie à l'extrémité postérieure. Son crochet, assez courbé, ne semble pas caréné latéralement; l'ouverture paraît relativement petite et, enfin, le bord palléal n'est pas tronqué et presque droit, comme nous le voyons sur la plupart de nos spécimens.

Nous avons attribué beaucoup plus volontiers au *T. minor* de Nilsson une espèce qui n'est pas très rare dans la craie de Meudon et qui nous paraît présenter, beaucoup plus que la nôtre, les véritables caractères du Brachiopode de la Suède.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que, d'après le savant suédois lui-même (1), ce *T. minor* pourrait bien n'être qu'une variété jeune de *T. ovata* Sowerby et l'exemplaire qu'il décrit et figure sous ce dernier nom ne serait lui-même, d'après M. Davidson, qu'un individu de *T. carnea*.

(1) *Petref. suec.*, p. 34.

Digitized by Google

Dans ces conditions, il est bien difficile de se faire une idée exacte sur l'identité de *T. minor* et la détermination de M. von Hanstein nous paraît devoir être abandonnée.

Une espèce qui nous paraît plus voisine de celle qui nous occupe est le *Waldheimia celtica* Morris, du grès vert inférieur de l'Angleterre.

D'après M. Davidson, ce *Waldheimia celtica* est la même espèce que d'Orbigny a rapportée au *Terebratula faba* Sowerby, mais non le véritable *T. faba* de ce dernier auteur.

La ressemblance est telle entre nos exemplaires et ceux figurés par M. Davidson que nous n'aurions pas hésité à les assimiler si l'énorme écart de station stratigraphique qui existe entre eux ne nous avait pas commandé une très grande réserve.

Le *Terebratula celtica*, d'après M. Deslongchamps (1), appartient au genre *Zeilleria* Bayle-Douvillé, caractérisé, comme on le sait, principalement par un appareil brachial très long et très différent de celui des vraies térébratules. Nous avons essayé de dégager cet appareil sur l'un de nos individus, mais nous ne sommes parvenu qu'à constater l'existence d'un *septum* qui occupe une partie de la longueur de la petite valve.

Ce caractère, réuni à l'ensemble des caractères externes, nous conduit à considérer notre nouvelle espèce comme appartenant aussi au genre *Zeilleria*.

Terebratula (Kingena) pseudohebertiana

Nob., Pl. V, fig. 16-22; ? Terebratula Hebertiana Cornet, *in Bull. Soc. géol.*, 3e série, t. II p. 576 (1874) [*non d'Orbigny* (1849)].

Nombre d'exemplaires étudiés : vingt-trois.

Dimensions du plus grand exemplaire, qui paraît de taille un peu exceptionnelle : longueur, 26 millimètres ; largeur, 23 millimètres ; épaisseur, 15 millimètres.

Dimensions habituelles : longueur, 18 millimètres; largeur, 17 millimètres ; épaisseur, 12 millimètres.

Coquille courte, presque aussi large que longue et subarrondie, présentant cependant des variations très amples dans la forme, qui est parfois un peu allongée et ovale, parfois rétrécie à la partie postérieure.

Les individus, larges et arrondis, sont en général peu épais, la valve perforée plus bombée que l'autre.

Bord frontal étroit; bord palléal parfois un peu tronqué, mais jamais sinueux.

Commissure des valves simple, droite, se déroulant dans un même plan.

Crochet court, large, obtus, non recourbé, très largement et obliquement tronqué, bordé latéralement par des carènes courtes et peu prononcées.

Ouverture relativement très grande, incomplètement visible du côté de la petite valve, échancrant le deltidium et découvrant la petite valve.

Deltidium large, apparent sur les côtés du crochet, peu élevé, garni de chaque côté de deux rainures assez profondes.

Les pièces médianes manquent presque toujours et le foramen s'étend jusqu'à la petite valve, divisant le deltidium en deux parties.

(1) *Études critiques sur les Brachiopodes nouveaux ou peu connus*, p. 187 (1862-1886).

Digitized by Google

Surface des valves ne montrant ni double pli, ni stries longitudinales, mais garnie de lamelles d'accroissement imbriquées, saillantes, nombreuses et, le plus souvent, assez régulièrement équidistantes.

Nous n'avons pu obtenir l'appareil interne au complet, mais quelques individus évidés nous ont montré : 1° sur la grande valve, une dent robuste, élargie, épaisse de chaque côté du deltidium ; 2° sur le milieu et fixé au crochet de la petite, un plateau cardinal déprimé, pentagonal, portant de chaque côté une rainure étroite et profonde qui se prolonge dans la pointe crurale, sur laquelle devaient se souder les bras réfléchis qui font défaut dans ces individus. Le plateau cardinal s'appuie en son milieu sur un *septum* haut, mince, soudé au milieu de la petite valve et se prolongeant sur les trois quarts de la longueur de cette valve. Test finement et distinctement ponctué, mais, sur aucun échantillon, nous ne distinguons la granulation particulière qui caractérise les Brachiopodes du groupe de *Terebratula lima* et *T. Heberti*.

Rapports et différences. — Les Brachiopodes que nous venons de décrire se placent dans le voisinage des *T. lima* et *T. Heberti*. Ce sont évidemment des exemplaires semblables aux nôtres que M. Cornet a rapportés au *T. Hebertiana*.

Cependant, en comparant nos individus de Ciply avec de nombreux exemplaires de *T. Hebertiana* provenant de Chavot, près d'Épernay, où d'Orbigny a recueilli le type de cette espèce, nous remarquons entre eux des différences telles que l'assimilation spécifique nous paraît impossible.

Dans les individus de Chavot, la grande valve est beaucoup plus bombée que la petite, laquelle est généralement presque plane. Le crochet est court, mais très recourbé, et il n'est pas largement et obliquement tronqué, comme dans notre espèce. Le foramen est beaucoup plus petit et entièrement visible du côté de la petite valve, son plan d'ouverture se trouvant sensiblement parallèle à celui de l'axe longitudinal de la coquille. Enfin, la surface de *T. Hebertiana* est beaucoup plus lisse et ne montre pas ces lignes d'accroissement saillantes et équidistantes que nous avons signalées dans notre espèce.

Explication des figures. — *Pl. V, fig. 16, Terebratula pseudohebertiana*, individu de taille normale de notre collection ; *fig. 17*, le même, vu du côté de la commissure latérale ; *fig. 18*, autre individu, de forme plus allongée et plus renflée ; *fig. 19*, le même, vu de profil ; *fig. 20*, fragment de test grossi pour montrer la ponctuation du test ; *fig. 21*, intérieur d'une petite valve, montrant la lame septiforme et l'appareil brachial incomplet ; *fig. 22*, intérieur d'une grande valve montrant les grosses dents latérales de la charnière.

RÉSUMÉ

Nous avons examiné, dans le présent article, dix espèces de térébratules qui sont les suivants :

Terebratula carnea Sowerby *(Pl. IV)*.
— *aff. carnea* Sowerby *(Pl. IV)*.
— *Dessaillyi* Peron *(Pl. IV)*.
— *abrupta* Tate *(Pl. V)*.
— *subabrupta* Peron *(Pl. V)*.
Terebratula Filloni von Haguenow *(Pl. V)*.
— *Ciplyensis* (von Hanstein) Peron *(Pl. V)*.
— *Malonensis* Peron *(Pl. V)*.
— *suboeltica* Peron *(Pl. V)*.
— *pseudohebertiana* Peron *(Pl. V)*.

Toutes ces espèces existent dans notre collection et c'est d'après des exemplaires suffisamment nombreux et bien conservés que nous les avons décrites.

Digitized by Google

Elles nous paraissent suffisamment caractérisées et délimitées pour qu'on puisse facilement les reconnaître.

Nous devons faire observer, cependant, qu'il existe parfois entre elles des formes indécises que nous n'avons pu ni classer dans l'un des groupes spécifiques ci-dessus, ni décrire en raison de l'insuffisance de leurs caractères propres.

Nous avons dû négliger, en outre, quelques exemplaires uniques qui, peut-être, appartiennent encore à d'autres espèces, mais que nous jugeons insuffisants pour une détermination rigoureuse.

Il en résulte que nous n'avons, en aucune façon, la prétention d'avoir donné ici une liste complète des térébratules de la craie de Ciply.

Cette riche mine nous paraît, au contraire, loin d'être épuisée et il est évident qu'elle réserve encore bien des richesses aux explorateurs.

M. A. PERON

à Châlons-sur-Marne.

SUR L'EXISTENCE PRÉSUMÉE D'UN AFFLEUREMENT DU TERRAIN JURASSIQUE MOYEN AU NORD-OUEST DE TEBESSA (ALGÉRIE)

— Séance du 11 août 1894 —

J'ai eu récemment communication, par M. le capitaine Prudhomme, le distingué conservateur du musée de Constantine, d'un certain nombre de fossiles recueillis au nord-ouest de Tebessa par son neveu, M. Édouard Prudhomme, employé aux établissements de la maison Crookston, pour l'exploitation des phosphates de chaux du Djebel Dir.

Parmi ces fossiles provenant d'une région où le terrain crétacé et le terrain tertiaire inférieur sont seuls signalés, j'ai été surpris de trouver deux exemplaires d'une Ammonite dont l'identité de forme semble telle avec le *Stephanoceras coronatum* de l'étage callovien, que je ne puis que les rapporter à cette espèce et, comme conséquence, admettre l'existence, dans

Digitized by Google

la région, d'un îlot de terrain jurassique moyen resté ignoré jusqu'à ce jour.

Les autres fossiles compris dans l'envoi de M. Prudhomme ne viennent pas à l'appui de cette conclusion. Le plus important d'entre eux est une grande Ammonite, assez voisine de celle de Tunisie, que M. Thomas et moi avons nommée *Pachydiscus Rollandi*, mais plus voisine encore de l'*Ammonites (Sonneratia) cephalotus* Courtillier, de la craie du département de Maine-et-Loire, et de l'*Ammonites Telinga* Stol., de la craie moyenne de l'Inde. C'est là une forme du Crétacé moyen.

Une autre Ammonite, représentée par un seul exemplaire de taille moyenne, semble appartenir à cette espèce de la craie du sud-ouest de la France, que Coquand avait nommée *Ammonites petrocoriensis*, et que M. de Grossouvre vient de décrire plus complètement sous le nom de *Barroisiceras Haberfellneri*.

C'est également une forme franchement crétacée. Je ne connais, dans le terrain jurassique, aucune Ammonite qui puisse en être rapprochée.

Enfin, une troisième espèce d'Ammonite recueillie dans la même localité et représentée seulement par un bon fragment de tour montre très exactement les caractères de l'*Ammonites (Puzosia) Austeni* Sharpe, type du Crétacé moyen.

Je passe sous silence quelques autres fossiles indéterminables spécifiquement, notamment de mauvais moules de Nautiles, mais je dois mentionner que dans la même région, M. Édouard Prudhomme a, antérieurement, recueilli quelques oursins, parmi lesquels mon ami, M. Gauthier, a reconnu un *Cyphosoma* et un *Coptosoma* d'espèces nouvelles.

Ces déterminations génériques s'accordent mieux avec l'âge crétacé de la plupart des autres fossiles qu'avec l'âge jurassique des *Ammonites coronatus*.

Dans ces conditions, et en raison de la signification stratigraphique discordante de ces divers fossiles, il importait d'obtenir des renseignements précis sur la provenance exacte de chacun d'eux.

J'ai demandé ces renseignements à M. le capitaine Prudhomme qui a bien voulu m'envoyer à ce sujet des croquis avec des indications aussi détaillées qu'il lui a été possible. Certains points cependant n'ont pu être éclairés suffisamment, les souvenirs de l'explorateur étant sur ces points un peu confus. Aussi, ne puis-je tirer de l'examen des faits aucune conclusion ferme et précise. Il résulte seulement de cet examen :

1° Que les *Ammonites coronatus* ont été recueillis à Clairfontaine (Aïounet-el-Dieb), dans la région du Djebel Guelb, sur la rive droite de l'Oued Mellègue ;

2° Que ces Ammonites n'ont pas été recueillies exactement dans le même gisement que les *Ammonites Austeni*, *A. cf. Telinga*, *A. Haberfell-*

Digitized by Google

neri, *Cyphosoma sp. n.*, etc., mais bien dans un autre gisement situé à 500 mètres environ au sud du premier ;

3° Que, dans cette région, il existe entre le village de Clairfontaine et l'Oued Mellègue une crête rocheuse, nue, de calcaire grisâtre, formant une série de petits mamelons échelonnés entre le village et la rivière, ne se reliant pas aux autres saillies du terrain. L'affleurement de ces couches commence vers le point où la voie ferrée traverse l'Oued Mellègue et se poursuit parallèlement à cette rivière jusqu'à quatre ou cinq kilomètres environ en aval du pont.

Ce sont ces crêtes et mamelons calcaires qui sont le gisement des *A. coronatus*, en même temps que des autres fossiles. Une partie des affleurements appartiendrait donc, si nous sommes dans le vrai, au terrain jurassique, tandis que, sans doute, la partie nord appartient au Crétacé, comme il résulte d'ailleurs des indications de la carte géologique de la région dressée, en 1887, par l'ingénieur Tissot.

Il n'est pas possible pour le moment, à défaut de renseignements plus précis, d'indiquer l'extension présumée de l'affleurement jurassique, non plus que la situation de la ligne de séparation de cet affleurement et des couches crétacées. Ce sont là des questions qui restent à résoudre et c'est dans ce but que je crois utile d'appeler, dès maintenant, l'attention des géologues locaux sur la découverte de fossiles jurassiques faite par M. Prudhomme.

Il est à remarquer, au surplus, que l'existence de l'*Ammonites coronatus* a déjà été signalée dans d'autres régions de l'Algérie. Coquand l'a cité parmi les fossiles recueillis à Hadjar-Roum (province d'Oran) en compagnie des *Ammonites macrocephalus*, *A. anceps*, etc. M. Pomel l'a cité à Saïda en compagnie des mêmes fossiles indiquant un horizon callovien bien déterminé.

En outre, ce même horizon du terrain jurassique moyen se retrouve dans la province de Constantine, au Djebel Bou-Thaleb, puis dans le Djebel Chellata, près Batna, et enfin, en Tunisie, au Djebel Zaghouan et autres montagnes voisines où il forme une série de pointements isolés.

Or, si l'on examine la direction générale des zones d'affleurement des divers terrains dans le nord de l'Afrique française, on remarquera que le nouvel affleurement de terrain jurassique moyen dont nous présumons l'existence entre Soukharas et Tebessa, se trouve très sensiblement sur l'alignement des autres gisements que nous venons de citer.

Digitized by Google

M. G. RAMOND

Assistant de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, à Paris.

ÉTUDE DE GÉOLOGIE SUR LE BASSIN DE PARIS. — NOTE SOMMAIRE SUR L'AQUEDUC-ÉGOUT DE CLICHY-ACHÈRES

— Séance du 11 août 1894 —

M. G. Ramond présente le *Profil géologique*, à grande échelle, *de l'Aqueduc-égout de Clichy-Achères*, que la Ville de Paris construit pour diriger les eaux-vannes de la capitale vers les terrains domaniaux de la plaine d'Achères, au nord de la forêt de Saint-Germain *(Pl. VIII)*.

Ce projet, qui a fait l'objet d'une loi récente, a motivé une vive opposition de la part des communes voisines des terrains réservés aux épandages des eaux des égouts parisiens.

L'intérêt que présentent ces découverts, au point de vue géologique, est de permettre de préciser l'allure des assises de la base de l'*étage ludien* (Gypse parisien), et de l'*étage bartonien* (Saint-Ouen et Sables moyens), au-dessous des Buttes (classiques, pour les géologues) de Sannois, et d'Orgemont (territoire de la commune d'Argenteuil).

D'un autre côté, un forage, exécuté, par MM. Lippmann, au lieu dit « le Petit-Gennevilliers », sur la rive gauche de la Seine, en face d'Argenteuil, a pénétré dans l'argile plastique *sparnacienne*, après avoir traversé le calcaire grossier et ses marnes *(étage lutétien)*, et les sables surmontant l'argile plastique *(étage yprésien)*.

Dans une étude antérieure, MM. G. Dollfus, attaché à la Carte géologique de France — bien connu par ses beaux et consciencieux travaux sur le centre du Bassin de Paris, — et G. Ramond avaient relevé, en détail, les couches traversées dans les travaux de construction du chemin de fer d'Argenteuil à Mantes (1).

Il est facile de se rendre compte, par l'inspection des deux *profils* placés côte à côte, que les tracés de l'aqueduc et du chemin de fer sont sensiblement parallèles entre eux, sur le territoire des communes d'Argenteuil, de

(1) Voir : *Bulletin Société géol. de France*, 3e série, t. XIX, pp. 20-22; et pp. 978-1023, Pl. XXIII.

Digitized by Google

Cormeilles-en-Parisis, de La Frette, de Montigny et d'Herblay (Seine-et-Oise), mais que leurs altitudes respectives sont tout différentes : l'aqueduc ayant sa pente vers le nord-ouest, et, dans cette direction, le chemin de fer s'élevant vers un point, d'altitude maxima, situé sur le territoire de Cormeilles, puis descendant ensuite, vers Herblay, pour atteindre un palier.

Il résulte de ces dispositions que les coupes relevées sur l'aqueduc précisent, en les complétant, les données géologiques fournies par le chemin de fer.

Des *gîtes fossilifères* ont été découverts : dans les *alluvions anciennes*, sur le territoire d'Argenteuil, à l'intersection de la route qui conduit de cette localité au VAL-NOTRE-DAME (poches diluviennes renfermant des bois de cerf, des ossements de bœuf, etc.) ; sur un point voisin, dans les *sables moyens* (niveau de *Beauchamp*), faunule de mollusques marins (*Ostrea cucullaris*, *Cerithium mutabile*, etc.) ; sur divers points, dans les sables marins qui constituent le sommet de l'*étage bartonien*, dits *sables de Monceau* ou *d'Argenteuil* (malheureusement, les coquilles sont en très mauvais état); et dans les sondages qui ont atteint le *calcaire grossier (lutétien)*.

La coupe sera complétée par la tranchée qui, de la partie haute du territoire d'HERBLAY, descend à la Seine par la *rue du Val*. Mais, à la suite d'un litige entre les propriétaires des terrains traversés par l'aqueduc, en ce point, et la Ville de Paris, les travaux ont été momentanément suspendus.

M. G. Ramond espère que ce différend ne sera que de peu de durée, et que cette utile entreprise, destinée à assainir la Seine, pourra être menée à bonne fin, sous la savante direction de MM. BECHMANN, Ingénieur en chef de l'Assainissement de la Ville de Paris, et LAUNAY, Ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché à cet important Service.

La planche VIII qui accompagne cette courte note, est une réduction du *Profil en long, géologique*, de la partie du tracé de l'Aqueduc-égout, comprise entre *l'Usine* élévatoire de Colombes (lieu dit « le Petit-Gennevilliers ») et le *Parc agricole d'Achères*.

Les coupes de détail, ci-contre, montrent l'allure des assises des étages *lutétien, bartonien* et *ludien (fig. 1 à 4)*, au-dessous des alluvions anciennes, sur le territoire de la commune d'*Argenteuil*.

Depuis la présentation de cette note, les travaux de construction de l'aqueduc ont été repris, et ils sont poursuivis avec la plus grande activité.

MM. VINCEY, ingénieur-agronome, professeur départemental d'Agriculture de la Seine, attaché au Service de l'Assainissement, et G. RAMOND élaborent actuellement, en collaboration, une carte géologique et agronomique au $\frac{1}{20000}$ de la région traversée par l'aqueduc et ses dépendances, avec coupes d'ensemble et de détail.

Digitized by Google

Coupes de détail, prises sur le tracé de l'Aqueduc-Égout dit d'Achères

(Territoire d'Argenteuil)

PAR M. G. RAMOND

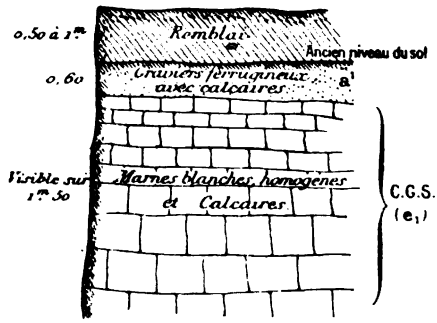


FIGURE 1.

Coupe, prise au kil. : 5,8, montrant le sommet de l'*Etage lutétien* (Calcaire grossier), surmonté par des *alluvions* calcaires sableuses, *anciennes*.

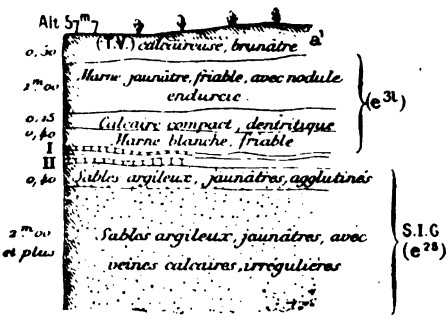


FIGURE 2.

Coupe, prise au kil : 7,18, à l'intersection de l'Aqueduc et des chemins de fer de l'Ouest (lignes d'Argenteuil à Mantes), et de Grande Ceinture ; elle montre les *Sables d'Argenteuil*, surmontés par les Couches calcaro-marneuses de la base de l'*Etage ludien* (Gypse parisien).

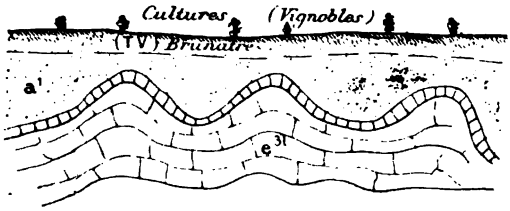


FIGURE 3.

Coupe, prise au kil.: 7,5, montrant une série d'ondulations des *Marnes ludiennes*, dues à un phénomène de dissolution des éléments gypseux de cette assise.

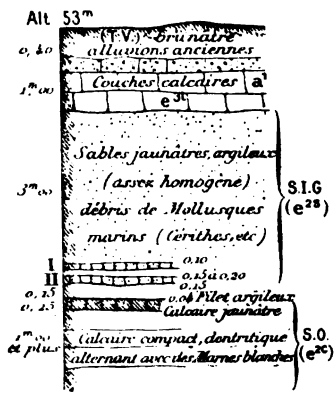


FIGURE 4.

Coupe, prise au kil. : 7,6, montrant la superposition des *Marnes* et *Calcaires bartonien* (*Saint-Ouen*), des *Sables d'Argenteuil*, des *Marnes ludiennes*, de la base du *Système gypseux* surmontée par les *alluvions anciennes*.

FIG. 2 et 4 (I, II). — Plaquettes de calcaire compact.

Digitized by Google

Légende géologique.

T. V.	Terre végétale ; Terrain superficiel ; Récent.
a^1	*Alluvions anciennes* (atteignant sur le territoire d'Argenteuil, au moins l'altitude + 60m).
e^{3l}	*Marnes ludiennes*, de la base du *Système gypseux ;* Zone à *Pholadomya ludensis.*
e^{2s} (S. I. G.)	*Sables*, dits *d'Argenteuil*, à faune marine; appelés aussi : *Sables infrà gypseux ;* Sables « de Monceau ; de Noisy-le-Sec, etc. ».
e^{2s} (S. O.)	Formation « de Saint-Ouen, » de l'*Etage bartonien.*
e_1 (C. G. S.)	Formation du Calcaire grossier parisien, *Étage lutétien* (Niveau supérieur).

M. Émile BELLOC

Chargé de Missions scientifiques, à Paris.

ÉTUDE SUR LES LACS INTRA-GLACIAIRES

— Séance du 11 août 1894 —

L'étude des phénomènes glaciaires offre parfois de très grandes difficultés. Parmi les causes générales qui peuvent entraver l'observation directe, il faut citer d'abord les intempéries, les perturbations atmosphériques, la configuration du terrain et l'altitude. D'autre part, les moyens d'accès et de ravitaillement sont encore tellement primitifs dans les régions inhospitalières où se trouvent confinés les glaciers actuels, surtout dans les Pyrénées, qu'en dehors d'un petit nombre de touristes intrépides personne n'ose séjourner longtemps dans ces contrées. L'explorateur rompu aux fatigues et aux privations imposées par la fréquentation de la haute montagne, est seul en état d'apprécier les causes multiples qui peuvent inopinément arrêter le naturaliste le plus résolu. Néanmoins, au cours de mes longues pérégrinations alpestres, j'ai recueilli une quantité suffisante d'observations personnelles, pour pouvoir me permettre aujourd'hui d'en faire la synthèse. La présente notice a pour but de résumer succinctement l'état de mes recherches.

Digitized by Google

***

FORMATION DES LACS INTRA-GLACIAIRES

LES LACS INTRA-GLACIAIRES peuvent être divisés en trois catégories distinctes (1) :

1° Les nappes lacustres occupant une cuvette rocheuse au milieu, au bord, ou sur l'ancien emplacement d'un glacier actuel en voie de décroissance ;

2° Celles qui remplissent des cavités accidentelles, exclusivement pratiquées dans la glace vive ;

3° Celles dont les eaux se sont creusé un lit temporaire au milieu d'un névé (2).

LACS DE LA PREMIÈRE CATÉGORIE. — Ces lacs sont généralement profonds et leur durée est assurée pour une longue période de temps. Creusés en grande partie dans la roche sous-jacente, leur existence n'est menacée que par la rupture du seuil ou du barrage qui les a formés (3), ou par l'apport fortuit de corps étrangers pouvant combler leur cuvette.

Selon les saisons, et aussi d'après la latitude et l'altitude où ils se trouvent, leur surface demeure éternellement glacée ou dégèle pendant un temps très court chaque année.

Quelques-uns de ces lacs peuvent être considérés comme appartenant au type tempéré, d'après l'expression du savant professeur de Lausanne, M. A. Forel. Quoique étant placés dans la même région et à une altitude semblable, la congélation ou le dégel peuvent persister plus longtemps chez les uns que chez les autres. Ceci dépend : 1° de leur position topographique, 2° de la configuration des pentes qui les entourent, 3° de l'orientation de leur bassin.

En effet, si les vents régnants, toujours violents à ces hauteurs, attei-

(1) La formation de ces bassins lacustres étant généralement due à des phénomènes de même ordre, j'ai cru devoir réunir ces différentes catégories sous le nom générique de *lacs intra-glaciaires*, bien qu'un certain nombre occupe actuellement une position excentrique par rapport aux glaciers qui les alimentent. *Les lacs glacés*, c'est-à-dire ceux dont la surface ne dégèle jamais, ou qui demeure solidifiée durant la plus grande partie de l'année, sont compris parmi eux.

(2) Le mot *névé*, usité dans les Alpes françaises, est remplacé par le mot *Firn* dans la Suisse allemande, où, pour désigner les grands champs de neige, on les appelle *Firmeer*. Les montagnards du Tyrol nomment leurs glaciers *Firner*.

(3) Un grand nombre d'anciens lacs, dont l'existence remonte à la période glaciaire, doivent leur destruction au glacier et au cours d'eau qui avaient provoqué leur formation même. (Voir, à ce sujet, le bel ouvrage de M. A. FALSAN, *Sur la Période glaciaire*, Paris 1889.)

Digitized by Google

gnent directement la nappe liquide, l'agitation incessante qui en résulte peut retarder ou empêcher la congélation, nonobstant l'abaissement de la température (1).

Leur formation est encore imparfaitement connue, cependant elle paraît avoir pour cause : 1° la structure géologique du sol, 2° la configuration du terrain, 3° l'érosion produite par le passage des eaux, 4° l'accumulation, sur un point donné, des masses rocheuses entraînées par l'avalanche, 5° l'affaissement de la croûte terrestre provoqué par la pression du glacier ou par toute autre cause, 6° enfin, mais plus rarement, elle peut aussi avoir pour origine un dépôt morainique.

Le pouvoir dissolvant des eaux pures — eau de pluie, eau de fusion de la glace ou de la neige — peut exercer une action énergique sur les roches tendres, poreuses, ou facilement délitables (2). On constate même cette action sur les roches les plus dures et les moins attaquables en apparence. C'est ainsi que certains granites (granites porphyroïdes par exemple), — comme on en voit dans la haute région d'Oô (3), près de Luchon, ou bien encore dans celle du pic d'Ardiden (Hautes-Pyrénées), — privés de leurs silicates solubles, ayant perdu leur cohésion, tombent pour ainsi dire en décrépitude.

Par suite du retrait des anciens glaciers (4), la capacité de certains lacs intra-glaciaires a sensiblement diminué depuis les temps géologiques. Cela tient, en partie, à la disparition des hautes parois de glace qui les emprisonnaient anciennement et exhaussaient le niveau de leur cuvette. Actuellement ces petits bassins, isolés au milieu de la roche nue, ne sont plus entourés que par de vastes champs de névé ou de neige.

Parmi ceux que j'ai pu récemment étudier dans la partie pyrénéenne du département de la Haute-Garonne, je citerai le *lac glacé du Portillon* (2.650 mètres d'altitude), placé au pied d'un beau glacier dont le *front* terminal laisse voir des bandes remarquables de stratifications. Le 29 juillet 1886, je vis flotter sur les eaux bleues de ce lac de magnifiques

(1) Le lac Lanouz (Pyrénées-Orientales), dont la profondeur dépasse 54 mètres, — exactement 54m,88, d'après mes derniers sondages, — demeure parfois libre de glace jusqu'à la fin de décembre et la débâcle peut commencer à se produire en mars. Cela dépend du vent d'ouest ou de sud-ouest, qui persiste quelquefois pendant toute la saison froide. Durant les hivers où l'atmosphère est plus tranquille, ce lac reste gelé depuis le mois de novembre jusqu'au mois de juin. Il faut ajouter qu'étant situé seulement à 2.150 mètres de hauteur, il n'entre pas absolument dans la catégorie des bassins lacustres dont il est question ci-dessus.

(2) Ceci explique la très petite quantité de nappes d'eau que l'on trouve dans les massifs montagneux formés par des roches calcaires.

(3) Émile Belloc, *Comblement des lacs dans les Pyrénées* (*Assoc. française pour l'avancement des sciences*, t. II ; Congrès de Pau, 1892, p. 366). — *Les Lacs de Caillaouas, des Gourgs-Blancs et de Clarabide.* (*Assoc. française pour l'avancement des sciences*, t. II, Congrès de Besançon, 1893, p. 918 et suivantes).

(4) Voir, au sujet de *la Période glaciaire dans les Pyrénées*, une remarquable étude publiée dans les *Mittheilungen des Vereins für Erdkunde, zu Leipzig*, 1883, par le Dr Albrecht Penck, professeur à l'Université de Vienne. Une traduction française, due à M. le professeur L. Brœmer, de la Faculté de Médecine de Toulouse, en a été donnée dans le *Bull. de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, en 1885, t. XIX, p. 105 à 200.

Digitized by Google

icebergs tombés de la muraille de glace qui le domine au sud. Celui du *Port-d'Oô* (2.670 mètres), plus élevé que son voisin du Portillon, est moins bien partagé que lui. Masqué à l'est-sud-est par le pic de Montarqué, qui le domine d'environ 300 mètres, le lac glacé du Port-d'Oô n'étant en contact direct avec les rayons solaires qu'à de très rares intervalles, ne dégèle presque jamais. Le petit *lac de Crabioulès*, à la base des pics Qouaïrats (3.059 mètres), doit être aussi mentionné.

Dans les Hautes-Pyrénées, j'ai exploré les *Gourgs-Blancs*, ainsi que les *lacs glacés* des environs du *Néouvieille*, de la *Munia*, du *Mont-Perdu*, d'*Ardiden*, d'*Éstom-Soubiran*, etc. L'étude de ces lacs m'a fourni un grand nombre de documents très utiles.

Lacs de la seconde catégorie. — Des causes diverses peuvent concourir à la formation des excavations lacustres qu'on rencontre au milieu des glaciers.

Sans parler du *lac de Mœrjelen* (2.367 mètres d'altitude), étudié par le prince Roland Bonaparte, situé à la base de l'Eggischhorn, le sommet le plus élevé de la crête rocheuse placée entre la vallée du Rhône et le grand glacier d'Aletsch (1) ; ou de celui qui occupe l'extrémité inférieure du glacier d'Otemma, près de Charion, dans la vallée de Bagne, existant probablement depuis un grand nombre d'années (2); sans entrer dans des détails circonstanciés concernant la formation des poches d'eau enfermées sous des voûtes de glace, comme celle du glacier de Tête-Rousse, placé au pied de l'Aiguille du Goûter, dont la rupture causa la terrible catastrophe de Saint-Gervais, le 12 juillet 1892 (3) ; je vais énumérer rapidement les causes accidentelles qui peuvent provoquer la formation de certaines excavations intra-glaciaires.

La formation des lacs intra-glaciaires classés dans cette deuxième catégorie peut avoir pour origine :

1° Les crevasses ou les dépressions de la masse glacée,

2° La chute accidentelle, à la surface d'un glacier, de matières étrangères plus ou moins bonnes conductrices de la chaleur,

3° L'action dissolvante des eaux de fusion ou d'écoulement,

4° L'action chimique, exercée par les précipitations aqueuses provenant des régions élevées de l'atmosphère,

5° L'action dynamique du vent,

6° L'action percutante des matières solides, entraînées par l'air en mou-

(1) Prince Roland Bonaparte, *Le glacier de l'Aletsch et le lac de Marjelen* (publié par l'auteur, Paris, 1889); et *La Nature*, n° 1, vol. I, 1890.

(2) Ph. Privat, *Quelques mots sur les glaciers*. (*L'Écho des Alpes*, 1877, p. 233.)

(3) L. Duparc, *Journal de Genève*. Juillet 1892. — J. Vallot et A. Delebecque (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 25 juillet 1892).

Digitized by Google

vement et projetées contre les talus de glace des cavités en voie de formation.

Les lacs intra-glaciaires subissent des transformations incessantes; de forme parfois très irrégulière au début, ils finissent généralement par devenir cratériformes ou ellipsoïdaux, mais rarement cylindriques. Leur superficie et leur profondeur sont variables; elles atteignent fort rarement des proportions considérables.

LACS DE LA TROISIÈME CATÉGORIE. — Comme il a été dit plus haut, les amas d'eau de cette catégorie prennent naissance au milieu

FIG. 1. — Vue d'un lac intra-glaciaire situé sur la crête d'Ès Picholés-Aroujé. (D'après une photographie de M. FÉLIX RÉGNAULT.)

des champs de neige. Ces amoncellements d'eau glacée, progressivement transformés en névés, acquièrent parfois une énorme épaisseur, particulièrement sur les gradins et dans le fond des *cirques* (1). Je citerai comme exemples ceux de Gavarnie, de Troumouse, des Oulettes de Gaube, de la haute région d'Oô (2), de la crête d'Ès Picholés-Aroujé *(fig. 1)*, des

(1) Le nom de *cirque* paraît avoir été employé, pour la première fois, par CHARPENTIER (*Constitution géognostique des Pyrénées*, Paris, 1823, p. 25), pour désigner la partie naissante de certains bassins pyrénéens, entourés de murailements en forme d'amphithéâtre. Les habitants du pays les appellent des *oules* ou des *oulettes*. « Oule de Gavarnie », « oulettes de Vignemale », « oule de Troumouse », « oule d'Estaoubé », etc. Le mot « oule » veut dire « marmite », en idiome pyrénéen.

(2) Émile BELLOC, *Le lac d'Oô*. (*Bull. de Géographie historique et descriptive du Ministère de l'Instruction publique*, 13 juin 1889.)

Digitized by Google

Gourgs-Blancs et de Clarabide, dans les Pyrénées, où il m'a été donné, jusqu'à présent, de pouvoir les étudier plus spécialement que dans les Alpes.

***

OBSERVATIONS GÉNÉRALES SUR LES CAVITÉS INTRA-GLACIAIRES (1).

Tout le monde connaît la structure des glaciers et chacun sait que la chaleur de notre atmosphère diminue au fur et à mesure que l'on s'élève vers le sommet des montagnes. L'accroissement de volume éprouvé par l'air, lorsque le vent le pousse au faîte d'un massif montagneux, est également un phénomène aujourd'hui bien connu. Cette dilatation de l'air, en occasionnant un abaissement subit de la température, provoque en même temps, dans les hautes régions terrestres, la congélation des couches humides et la chute des eaux de condensation sous forme de grêle ou de neige floconneuse ou poudreuse, selon la force du vent ; cette neige, étendue sur le sol, ne fond pas toujours entièrement durant la saison chaude. Accumulées dans les cirques et dans les replis du terrain, exposées à la fusion et à l'action du regel, ces différentes couches neigeuses changent d'aspect et se condensent en *vieillissant*. C'est ainsi que l'humidité atmosphérique se transforme successivement en brouillard, en pluie, en grêle, en neige, en névé, en glace buleuse (2) et en glace plus ou moins compacte, mais toujours fissurée ou fendillée.

Ces divers états de l'eau congelée font que la partie supérieure d'un glacier est moins dense, plus poreuse et plus facilement pénétrable que la couche inférieure.

Formation des excavations intra-glaciaires. — L'agitation de l'air et la chaleur solaire sont les principales causes de fusion de la glace, et aussi, par conséquent, celle des ruissellements qui en résultent. Lorsque les filets d'eau et les ruisseaux circulant à la surface d'un glacier rencontrent une fissure ou une crevasse peu profonde, ils la remplissent et l'agrandissent. C'est de cette manière, dans la plupart des cas, que se forment *les puits*, *les moulins* et *les réservoirs intra-glaciaires*. Le

(1) Les forces concourant à la création des excavations *intra-nivéennes* étant à peu près les mêmes que celles qui provoquent la formation des cuvettes *intra-glaciaires* proprement dites, leur étude sera confondue dans ce chapitre.

(2) Je citerai aussi les « cavités de forme très régulière que l'on peut comparer à une larme ovoïde se terminant par une extrémité effilée en pointe aiguë », dont M. E. Trutat, directeur du Muséum d'Histoire naturelle de Toulouse, a expliqué l'origine, jusqu'alors inconnue, au Congrès de Pau. (Voir *Assoc. française*, Congrès de Pau, 1892, 1er vol., p. 208.)

Digitized by Google

même phénomène peut se produire lorsque l'eau, pour une cause quelconque, parvient à se localiser sur un champ de neige ou de névé.

Les éboulis terreux ou pierreux et les débris de matières organiques, accidentellement tombés au milieu de la neige, déterminant souvent des accidents analogues, j'ai pu voir maintes fois s'accomplir sous mes yeux la curieuse expérience de l'illustre Franklin, rapportée par Tyndall (1). C'est à Gavarnie, en 1889, où je fis tout exprès un séjour prolongé, qu'il m'a particulièrement été possible de suivre les différentes phases de cet intéressant phénomène.

FIG. 2. — Pont de neige et lacs effondrés, au fond du cirque de Gavarnie (1889). (D'après une photographie de M. ÉMILE BELLOC.)

Cette année-là, au commencement du mois d'août, une énorme couche de neige couvrait encore les gradins et le fond du cirque (2), mais c'était au pied de la muraille formant l'immense amphithéâtre que le vent l'avait surtout accumulée *(fig. 2)*.

(1) « Franklin mit sur la neige, par un jour de soleil, des morceaux de drap de différentes couleurs : ces morceaux de drap s'enfoncèrent inégalement dans la neige, et ceux de couleur foncée plus profondément que les autres. » (TYNDALL, *Les Glaciers et la transformation de l'eau*, p. 109.)

(2) La grande région calcaire qui a comme point culminant le Mont-Perdu (3.352 mètres) et s'étend de la vallée de Bielsa (Espagne) au delà de Gavarnie, renferme plusieurs cirques, dont les murailles gigantesques sont formées de calcaire crétacé et éocène. Les parois abruptes qui supportent les immenses gradins du cirque de Gavarnie forment, à leur base, un circuit d'environ 3.500 mètres.

Un certain nombre d'études géologiques ont été publiées sur cette région et sur celle du Mont-Perdu ; parmi les plus importantes, je citerai : F. SCHRADER (Voir les *Annuaires du Club Alpin*, années 1874, 1875, 1876, etc.) ; E. DE MARGERIE, *Notes géologiques sur la région du Mont-Perdu*. (*Ann. du C. A. F.*, 1886, p. 600 et suiv.) ; CAREZ, *Carte géologique de France* ; Dr A. PENCK, *Die Eiszeit in den Pyrenäen* (*Mittheilungen...*, Leipzig, 1883).

Digitized by Google

Au début de l'été, la température nocturne étant impuissante à provoquer la fusion de la neige, les filets d'eau qui sillonnent habituellement la surface ondulée du névé, coulent peu abondamment et durant seulement quelques heures chaque jour. Un peu plus tard, au contraire, l'écoulement devenant plus intense, l'eau, et le vent aidant, entraîne au fond du cirque des quartiers de rochers parfois assez volumineux.

Bien que la chute des pierres rendît la circulation dangereuse vers le milieu du jour, j'avais toujours soin de numéroter les débris rocheux nouvellement tombés, afin de pouvoir les reconnaître et les observer ultérieurement. Mes relevés ont porté sur des observations faites à des altitudes comprises entre 1.645 mètres (fond du cirque), et 2.800 mètres (brèche de Roland). Voici très succinctement les résultats qu'ils m'ont donné. Dans un espace de temps variant entre vingt et vingt-quatre heures, à partir de leur chute, les blocs épandus sur la neige s'y enfonçaient d'environ 5 centimètres, en laissant autour d'eux un espace libre de forme plus ou moins conique. La partie supérieure de la cavité mesurait généralement, à ce moment-là, un diamètre double de celui du caillou qui avait provoqué la formation de l'excavation. Le lendemain et les jours suivants le corps rocheux continuait à s'enfoncer, mais avec cette différence que le trou formé par lui progressait moins en largeur qu'en profondeur.

D'autres blocs, plus friables et plus perméables sans doute que les précédents, se comportaient d'une toute autre manière. Compacts d'abord au moment de leur chute, l'eau, pénétrant progressivement dans la masse par toutes les fissures, les faisait éclater peu après en se congelant. Dispersés en tous sens, chaque débris provoquait alors autour de lui les mêmes effets de fusion et d'excavation qu'avait produit d'abord le bloc primitif. C'est ainsi que j'ai vu se former, pour ainsi dire sous mes yeux, ces ondulations si curieuses qu'on remarque à la surface des glaciers.

Selon la nature, l'épaisseur et la quantité des matériaux qui encombrent les champs de glace, les ondulations peuvent être plus ou moins nombreuses. Il n'est pas rare de les voir s'approfondir en peu de temps, s'étendre en surface, se réunir en groupes plus ou moins nombreux et former des cavités dont l'orifice mesure 2 à 3 mètres de diamètre et 20 à 30 centimètres de creux. C'est ordinairement là une forme de début des *lacs intra-glaciaires*. Il est bon d'observer qu'à ce moment le fond des dépressions ne contient que des cailloutis, du gravier, du sable ou des matières organiques ; le névé sous-jacent étant encore trop fendillé et trop poreux pour retenir le liquide.

La marche du phénomène semble facile à expliquer. Étant donnée la couleur sombre (brun jaunâtre très foncé) du calcaire coquiller formant l'enceinte du cirque, les débris qui s'en détachent emmagasinent dans leur sein une quantité considérable de chaleur solaire. Transmettant

Digitized by Google

alors par rayonnement une partie de cette chaleur à la neige qui leur sert momentanément de point d'appui, celle-ci fond autour d'eux. Au commencement, les produits de fusion circulant facilement à travers les interstices et les grains du névé, gagnent sans encombre la couche profonde du glacier. Mais bientôt le tassement, le regel, et les corps étrangers provoquant l'obstruction de toutes les fissures, l'eau, ne trouvant plus à s'écouler par en bas, envahit la cuvette.

Lorsque le réservoir est rempli, l'action solaire peut être très active, si la couche liquide n'a pas une trop grande épaisseur. Sachant que l'eau pure atteint son maximum de densité à + 4°, et qu'au-dessus ou au-dessous de cette température son volume augmente et que par conséquent elle devient plus légère, il est aisé de comprendre que si la tranche inférieure est voisine de zéro et que la partie superficielle s'échauffe jusqu'à + 4°, il se produira une sorte de brassage ou de circulation verticale, qui aura pour effet de mettre les diverses portions du bassin en contact direct avec les parties les plus chaudes du liquide. Cependant, comme la source de chaleur, en agissant sur la tranche supérieure de la nappe d'eau, exercera en même temps une action calorifique au moins égale à la surface du glacier, *la profondeur* de la cavité glaciaire ne saurait beaucoup augmenter par ce fait.

L'eau de pluie, étant au contraire plus chaude, provoque une fusion infiniment plus active, surtout lorsqu'elle arrive dans ces dépressions sous forme de ruisseau. Néanmoins si le bassin intra-glaciaire n'est pas alimenté d'une manière permanente, son niveau décroît rapidement, car la fusion des talus de la vasque est insuffisante, même en été, pour compenser l'évaporation. Alors, l'abaissement progressif du liquide laissant à découvert les parois de la cuvette, celles-ci sont exposées aux dégradations, au martèlement et à l'usure causée par l'agitation constante de l'eau, et aussi à l'action érosive du vent et de la chaleur solaire. C'est pourquoi *la forme des lacs intra-glaciaires dépend, en majeure partie, de leur situation topographique et de leur orientation.*

L'action chimique de l'eau est également un facteur important qu'il convient de ne pas négliger.

En résumé : les principaux agents d'érosion et de fusion de la glace sont — par ordre d'intensité et à température égale — le vent, la chaleur solaire et la pluie.

Si la chaleur solaire et la pluie provoquent en partie la fusion, c'est le vent qui la continue et l'accentue. C'est lui qui façonne et agrandit, et c'est lui aussi qui entraîne dans sa course folle les matières solides dont le dur frottement et l'action percutante mettent en lambeau les pentes nues du glacier. En un mot, *le vent est le grand modeleur des surfaces neigeuses, planes ou ondulées, et des cavités glaciaires.*

Digitized by Google

*
* *

Quelques lacs intra-glaciaires. — D'autres régions m'ont également fourni l'occasion d'étudier ces formations si curieuses et si intéressantes.

Une année, pendant l'été de 1879, en allant au pic Posets (1). je vis une faible quantité de neige accumulée au fond du cirque d'*Éra Couma éra Abecqua* (Coume de l'Évêque), situé entre le *lac Çahountsat* (2) (1.960 mètres) et le *lac glacé du Port-d'Oô* (Haute-Garonne). A cette époque, ce cirque ne renfermait qu'*un seul lac* (2.091 mètres) aux trois quarts comblé par les éboulis détachés des flancs granitiques d'*És Picholés* (3). Sept ans plus tard, étant repassé par là pour explorer la région et le *lac glacé du Portillon*, le sol de la *Couma*, enseveli sous une épaisse couche de neige, laissait voir quelques flaques d'eau épandues çà et là. Appelé de nouveau par mes études dans cette contrée le 16 septembre 1889, je trouvai, encore une fois, la *Couma* à peu près dégarnie de neige, sauf au fond du cirque, un peu en avant du vieux lac, où le névé accumulé par le vent avait donné naissance à une jolie nappe d'eau qui paraissait de lapis.

Cette petite cuvette avait un aspect singulier. Dégarnie de neige sur ses flancs extérieurs, isolée au milieu des prairies marécageuses et des « peirrades » de la Couma, menaçant ruine, elle touchait évidemment à la dernière période de son existence, et les éboulis d'*És Picholés*, qui avaient puissamment aidé à la former, devaient la ruiner bientôt. De forme nettement elliptique, sa plus grande longueur mesurait 56^{m},50 sur 21^{m},75 de large et 5^{m},35 de profondeur.

Les parois internes de la cavité avaient, dans le haut, une inclinaison moyenne de 45 degrés.

Rongé par le vent et la chaleur, privé en grande partie de ses points d'appui naturels et ne pouvant résister longtemps à la poussée intérieure de la masse d'eau qu'il renfermait, ce petit lac aurait disparu à bref

(1) Pourquoi « pic Posets », comme on l'écrit dans tous les livres, au lieu de *Punta de Lardana*, comme l'appellent les Espagnols, qui doivent s'y connaître puisque le massif tout entier est sur leur territoire? Il est vrai que nos montagnards le désignent souvent sous le nom de *pic d'És Poussèts*, mais si ces braves gens sont absurdes, est-ce une raison pour les imiter?

(2) Ce nom est composé du mot *hount* « fontaine », précédé de la locution adverbiale *ça* « en deçà »; ce qui signifie le lac d'en deçà de la fontaine; comme on doit dire *çadagouaous* « en deçà de Gouaous » et non « Sadaguaux ». Il est donc plus rationnel d'écrire *çahountsat* que *saouzat*, *saausat*, ou même *saounsat*.

(3) Encore un nom que tout le monde « estropie ». Pic d'És Picholés veut dire Pic des Petites-Rigoles. *Spijoles*, *Espijoles* et encore moins *las Pujoles*, comme on l'écrit couramment, ne veut rien dire du tout. (Voir les explications données dans ma notice sur le « lac de Caïllaouas » (C. R. *de l'Assoc. française*, t. II, p. 924, 1893).

Digitized by Google

délai si une abondante couche de neige, tombée dans les premiers jours d'octobre et refoulée sur ses bords par le vent de nord-ouest, ne l'eût sauvé de la destruction finale, au moins pour tout un hiver. En effet, en 1891, étant remonté à la Couma avec un de mes amis, aucun vestige du lac glaciaire n'existait plus et nous apprîmes qu'il s'était vidé vers la fin de l'été de 1890. Il est bon de remarquer que le vieux lac de la Couma occupe une dépression orientée sud-nord, c'est-à-dire parallèle à la ligne de plus grande pente de la vallée, tandis que le lac intra-glaciaire disparu, formé tout entier aux dépens du névé, avait sa plus grande longueur orientée transversalement par rapport au grand axe de cette même vallée. Cela prouve d'une manière évidente que les vents d'ouest ou d'ouest-nord-ouest, qui sont les vents régnants, avaient puissamment contribué à façonner ce dernier.

Un autre *lac glacé*, placé à une hauteur voisine de 2.600 mètres, qu'aucun livre n'avait encore signalé et qui ne figure sur aucune carte de géographie, existait à cette époque, à l'origine du *val Aroujé (fig. 1)* (1), voisine de celle de la Couma, qui s'embranche sur celle d'Oô au *lac d'Ès Pingos* (1.875 mètres). Lorsque je l'ai revu, en 1892, en me rendant au *lac de Caïllaouas* (2.165 mètres), une faible partie de la surface lacustre était libre de glace. C'est donc approximativement que j'ai pu estimer sa longueur à 80 mètres et sa superficie à 4 hectares. La forme de ce lac était nettement elliptique. Il occupe une dépression naturelle, tout près du sommet de la crête d'Ès Picholés et des Gourgs-Blancs, qui prolonge ses dentelures décharnées, vers le nord-ouest, jusqu'aux pics de Hourcade (2) et de Bel-Sayette?

Plus au sud, les *Gourgs-Blancs* (gouffres blancs), dont j'ai donné la description au Congrès de Besançon (3), laissent apercevoir leurs eaux bleues, lorsque le blanc manteau de glace qui les dérobe habituellement aux regards les abandonne momentanément. Ces lacs entrent dans la première catégorie mentionnée au début de la présente étude.

*
* *

Puits, moulins et ponts de neige. — Les *puits* et les *moulins*, accidentellement formés dans les glaciers, n'étant pas des lacs intra-glaciaires proprement dits, mais bien des entonnoirs ou des canaux servant

(1) *Arouje, aroujé,* veut dire « rouge ». C'est donc val ou vallée *Arouje,* « vallée rouge », qu'il faut dire, et non pas « vallée d'Arouje », comme on écrit communément, ce qui signifierait « vallée *de* rouge ».

(2) *Hourcada, Hourcanada, Fourcanada* (du latin *furca,* fourche) signifient « cime fourchue » et doivent prendre un c et non pas un *g*.

(3) Émile Belloc, *Le Lac de Caïllaouas* (*Ibid.*, p. 932 .

Digitized by Google

à évacuer les produits de la fusion, je n'ai pas à m'étendre ici sur ce sujet. Je me bornerai donc simplement à dire que ces formations sont nombreuses, et qu'on en rencontre souvent dans les glaciers des Alpes, notamment entre le Montanvert et le Tracul. Le massif du Mont-Rose en renferme également de très remarquables. Agassiz et Engelhart en ont figuré plusieurs dans leurs atlas. Le glacier de Gorner, près de Zermatt, plus récemment visité par MM. A. Delebecque et F. Ritter, a fourni à ces savants explorateurs des renseignements fort intéressants; c'est ainsi qu'ils ont pu constater que la profondeur de certaines cavités glaciaires dépassait 30 mètres (1).

Quelques-uns de ces entonnoirs ne sont mis en communication avec le fond du glacier que par des fissures capillaires, ce qui explique la permanence de l'eau dans ces dépressions coniques. M. le Dr Heim croit que les sources sous-glaciaires, en occasionnant des effondrements partiels, peuvent provoquer ces excavations cratériformes (2). Loin de contester l'ingénieuse théorie de cet éminent professeur, mes observations personnelles la confirment, mais j'ajouterai que des causes semblables produisent quelquefois des effets opposés; c'est ainsi qu'au lieu de donner naissance à des réservoirs coniques dont l'ouverture est tournée vers le ciel, ces effondrements ménagent parfois, au contraire, dans la masse glacée, des cavités en forme d'éteignoir, c'est-à-dire dont la base repose sur le sol.

C'est également aux effondrements partiels du névé, produits par la circulation des sources et des torrents sous-glaciaires, que les *ponts de neige (fig. 2)*, dont il sera question plus loin, doivent leur existence temporaire.

*
* *

Crevasses et excavations profondes dans les névés. — Au cours de mes différents voyages, entrepris dans les Pyrénées, notamment dans la région de Gavarnie, de Vignemale, du Mont-Perdu, des Monts-Maudits, et aussi dans les Alpes, pour y étudier les phénomènes glaciaires et la neige rouge (3), — que je me propose de décrire dans une notice spéciale, — j'ai pu m'assurer *de visu* que les couches de neige refoulées par le vent au fond des cirques peuvent atteindre, dans certains cas, une épaisseur qu'on ne soupçonne généralement pas. C'est ainsi qu'il me fut donné de constater, au mois d'août 1889, que la puissance du

(1) A. Delebecque et F. Ritter, *Note sur les entonnoirs du glacier de Groner.* (*Arch. des Sc. phys. et natur. de Genève*, 6 août 1892.)

(2) A. Heim, *Gletscherkunde*, p. 247.

(3) Le grand glacier du Vignemale et le cirque de Gavarnie renferment souvent de vastes champs de *neige rouge*. Ceci m'a permis de faire d'intéressantes observations sur les *Algues microscopiques* qui communiquent à la neige une coloration rosée parfois très intense.

Digitized by Google

névé, accumulé dans le cirque de Gavarnie, avait dû dépasser 20 mètres de hauteur pendant l'hiver précédent.

Au commencement du printemps, les eaux de fusions sont quelquefois

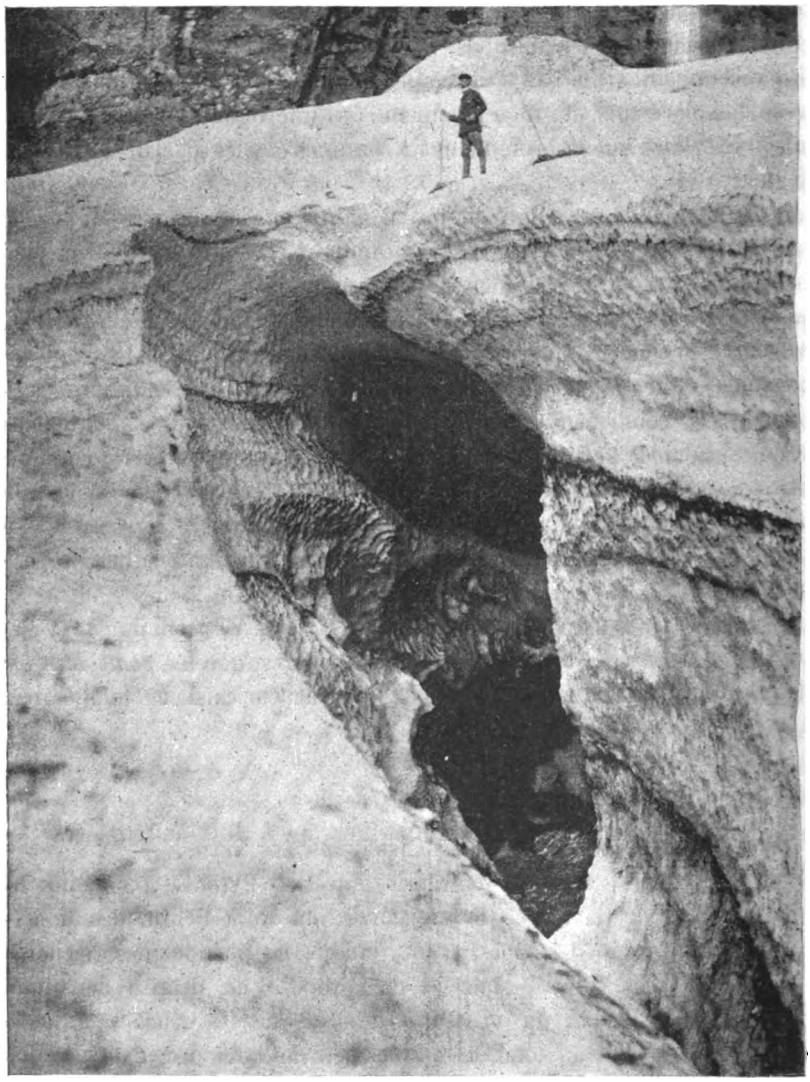


FIG. 3. — Vue d'une portion du couloir et du gouffre intra-glaciaire, existant au fond du cirque de Gavarnie, au mois d'août 1889. (D'après une photographie faite par M. Émile BELLOC.)

peu abondantes. Dans le milieu du jour, elles se répandent à la surface des champs de neige et regèlent sur place pendant la nuit. A cette époque de l'année, la durée du dégel est encore tellement courte, que

Digitized by Google

quelques minces filets d'eau sillonnent seulement les parois du cirque. Transformés progressivement en rigoles, puis en ruisseaux impétueux, ces filets d'eau, naguère sans importance, grossissant petit à petit, finissent par former ces superbes cascades (1) auxquelles le site grandiose et justement célèbre qui nous occupe doit en partie sa renommée.

La chute d'eau qu'on aperçoit à l'arrière-plan des figures 2 et 3 ci-contre coulait primitivement à la surface du névé, c'est elle qui a formé les deux petits lacs effondrés, mais encore visibles, que montre la figure 2. Peu à peu, la chaleur solaire et le vent aidant, un fossé s'est ouvert entre les parois du cirque et la nappe glacée. Désormais l'eau se faisant jour à travers le névé, elle a pu parvenir à le creuser dans toute sa profondeur *(fig. 3)*. L'irruption fougueuse du torrent amincissant sans cesse les parois latérales et la voûte du tunnel qu'il avait perforé, celles-ci cédèrent à la pression que l'eau des lacs supérieurs leur imprimait et finirent par s'effondrer dans les profondeurs du large sillon sous-glaciaire. Ainsi se forma le gouffre béant représenté par la figure 3, dont le creux, mesuré à plusieurs endroits, accusa une profondeur variant entre $10^m,22$ et $16^m,45$.

Les eaux d'écoulement du glacier de Crête-Sèche à travers le glacier d'Otemma (val de Bagnes), ont formé un orifice à peu près semblable à celui-ci, c'est-à-dire en forme de 8. M. Bioche, qui m'en a obligeamment communiqué une photographie, évalue la hauteur de la boucle supérieure de cette excavation glaciaire à 4 mètres et celle de la boucle inférieure à 3 mètres.

Le pont de neige et les excavations qu'on voit représentés dans la figure 3 n'ont pas d'autre origine. Le premier plan de cette figure montre l'intérieur de la plus grande des deux cuvettes intra-glaciaires (lac de la troisième catégorie) après sa démolition. M. le comte Henry Russell, l'intrépide explorateur, bien connu de tous les alpinistes, qui m'avait fait l'honneur de m'accompagner, se trouve à droite sur une portion de la paroi écroulée *(fig. 2)*, et au-dessus du gouffre *(fig. 3)*.

La partie de la voûte restée en place, laisse voir nettement les lignes de stratification de la masse glacée; elle montre à la fois les diverses couches de neige qui ont servi à former le névé, et les inflexions qu'elles ont subies.

*
* *

Conclusions. — En résumé : *les lacs intra-glaciaires de la première catégorie* sont de forme irrégulière. On les rencontre au milieu, au bord

(1) A part la *grande cascade* qui tombe d'une hauteur de 422 mètres, j'ai compté *quatorze* chutes d'eau se précipitant dans le périmètre inférieur du cirque de Gavarnie. Ce nombre est variable, du reste il dépend de l'abondance des neiges et de l'état d'humidité de l'atmosphère.

Digitized by Google

ou non loin du front terminal des glaciers. *La partie inférieure* de ces excavations est creusée aux dépens du sol sous-glaciaire. Leur superficie et leur profondeur sont variables, mais elles peuvent atteindre des dimensions importantes. Bien que leur orientation ne soit pas immuable, elle suit généralement la direction du thalweg de la vallée.

Les lacs de la deuxième et de la troisième catégorie se distinguent des précédents par la forme et la capacité de leur cuvette. Le grand axe de ces bassins est toujours parallèle aux crevasses ou à la direction des vents régnants. A quelques exceptions près, — sous l'action combinée du soleil et des agents atmosphériques, — ces dépressions, irrégulières ou cylindriques au début, se transforment progressivement et finissent par devenir elliptiques, si la configuration du terrain ne met pas obstacle à leur développement naturel.

Parmi les causes accidentelles pouvant infirmer cette règle générale, il faut citer le cas où plusieurs bassins, trop rapprochés les uns des autres pour s'étendre normalement, parviennent à se réunir de manière à n'en former qu'un seul.

La durée des lacs intra-glaciaires est subordonnée: pour les uns: 1° à la croissance ou à l'ablation des glaciers qui les avoisinent; 2° à la poussée exercée par la masse d'eau qu'ils contiennent; 3° à la force de résistance des parois qui les renferment. Pour les autres: la chaleur solaire, le vent et l'eau en mouvement sont successivement les principaux agents de leur formation et de leur destruction.

Les mêmes causes produisant généralement des effets identiques, il n'est pas rare de voir des lacs intra-glaciaires, ayant disparu pendant un temps plus ou moins long, se reformer plus tard aux mêmes endroits. On pourrait les appeler des *lacs intra-glaciaires intermittents.*

L'étude de la formation et des transformations successives des lacs intra-glaciaires offre un très grand intérêt pour les naturalistes; ce sujet est nouveau, mais il exige de longues et patientes recherches. Celles que j'ai personnellement entreprises depuis longtemps ont mis en ma possession une foule de documents précieux; néanmoins j'attendrai que de nouvelles observations viennent les compléter, pour essayer de formuler les lois qui régissent le cycle et les différentes phases de ces curieux phénomènes glaciaires.

Digitized by Google

M. A. GUÉBHARD

Agrégé des Facultés de Médecine, à Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes).

TECTONIQUE D'UN COIN DIFFICILE DES ALPES-MARITIMES

— *Séance du 17 août 1894* —

Duval-Jouve, dans sa belle monographie des *Bélemnites des terrains crétacés des environs de Castellane*, (1), décrit ainsi la série de crêtes parallèles qu'on rencontre dans le département des Basses-Alpes : « Toutes ces montagnes appartiennent au terrain jurassique, et la cime en est en général formée par l'assise des calcaires compactes... qui termine la série du jurassique. La forme du sol que constituent ces montagnes est assez constante : ce sont, au midi de chaque montagne, ou au nord de chaque vallée, des escarpements considérables formés par l'éboulement des couches que couvre l'assise des calcaires compactes que je viens de citer. Au-dessous... et dans le lit des torrents transversaux, le lias est presque toujours visible. Au nord de chaque montagne, l'assise des calcaires compactes forme un plan plus ou moins incliné, qui, en descendant au fond des vallées, plonge sous le terrain crétacé... En général, les montagnes formées par cette énorme assise calcaire, très régulièrement stratifiée, vont de l'est à l'ouest... »

C'est ce qu'on résumerait aujourd'hui dans le schéma suivant *(fig. 1)*, qui

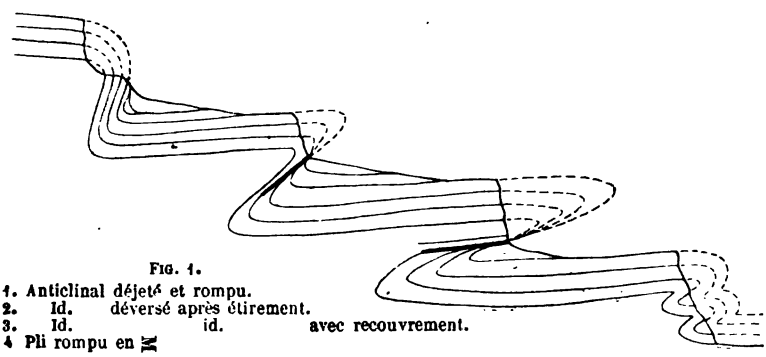


FIG. 1.
1. Anticlinal déjeté et rompu.
2. Id. déversé après étirement.
3. Id. id. avec recouvrement.
4 Pli rompu en ⋈

(1) *Mémoires de l'Ac. des Sc.*, 1841.

Digitized by Google

montre, telles que nous en trouvons des exemples réels dans nos coupes, les phases successives de rupture, de déversement et de recouvrement d'un anticlinal couché, et la raison d'être de ces superpositions paradoxales, en concordance apparente, de terrains anciens à des terrains récents, dont un cas particulièrement remarquable frappait Dieulafait (1) dès sa première visite à la Malle-de-Saint-Vallier, à la vue du Cénomanien horizontalement couché sous le Lias et toute la série jurassique, parfaitement parallèles.

C'est qu'en effet toute la région de Saint-Vallier continue, au delà des Basses-Alpes voisines, le système des plissements de Duval-Jouve, quoique avec des altérations de forme et des déviations de ligne qui devaient les faire méconnaître à première vue et que justifie amplement le voisinage du coude nord-sud des Alpes-Maritimes et du niveau de la mer avec les plaines qui la précèdent.

La régularité trompeuse de la ceinture de grands escarpements qui limite ces plaines au nord, en montrant, au-dessus de Grasse, la série complète du Trias au Jurassique supérieur, en ordonnance parfaitement normale et presque horizontale, ne pouvait certes pas faire prévoir les complexités superposées. Qui se fût douté, par exemple, que ce vaste plateau, qualifié par les cartes de *plaine de Saint-Vallier*, pût recéler à lui seul le passage de trois synclinaux différents, très mouvementés ?

L'un d'eux, malgré quelques accidents de forme, était facile à saisir : celui qui, parti du col du Pilon, contourne le village même de Saint-Vallier et semble aller se perdre à la Siagne en dégringolant les pentes de la Colle. C'est celui-là que j'ai figuré dans une première carte à grande échelle présentée à la Société de Géologie, et je lui donnerai, dans la présente étude, le n° II, laissant le n° I à celui, très important lui-même, de la Malle à Escragnolles. Pour suivre l'ordre naturel, c'est par celui-ci que nous commencerons *(Pl. VI et VII)*.

Tandis qu'à la limite supérieure du plateau de la Malle, on voit cette superposition extraordinaire, que nous avons déjà signalée, de l'Infra-lias au Cénomanien *(coupe VI)*, on en trouve bien vite l'explication en marchant vers l'ouest, où l'on voit, aussitôt passé le col, dans le prolongement de la barre de Castellaras *(coupe V)*, le Jurassique, du supérieur à l'inférieur, remonter au nord pour former une éminence, séparée par une dépression infra-liasienne, de la haute crête jurassique de Ferrier, bord du synclinal de Caussol. Un petit crochet de stratification, visible au haut de cette colline quand on la regarde de l'ouest, marque l'ancien angle de déversement qui, complètement disparu, n'aurait plus laissé à sa place que la simple voûte crevée. C'est ce qui se voit un peu plus

(1) *Annales des Sciences géologiques*, t. I.

Digitized by Google

loin, où les parties argileuses de l'Infra-lias ont même fait hernie à travers la cassure pour venir en contact simple, près de la source de Ferrier, avec le Jurassique supérieur.

Un synclinal secondaire, descendu du nord au sud, en formant le vallon de Nans supérieur, vient interrompre le synclinal de la Malle. Mais, de l'autre côté du vallon, entre les deux sommets des Listes et de Thiey, une magnifique source signale la réapparition du Cénomanien, qui, séparé ici, au sud, du Jurassique supérieur par le Néocomien, et toujours bordé au nord par la barre du Jurassique inférieur, laissant pointer même, près des Amphons, les lignites de l'Infra-lias, se poursuit continûment jusqu'à Escragnolles.

Un point douteux pouvait être la liaison de ce synclinal avec celui de la Malle, étant donnée la grande déviation au sud de celui-ci par rapport à celui-là. Mais, mieux encore que l'ensemble de nos coupes figurées, la coupe naturelle qu'offre la rive gauche du vallon de Nans, vue de l'ouest, montre que le plancher de la plaine de Caussol ne peut correspondre qu'avec le plafond (en provençal l'*Hubac*, versant nord) du Thiey, formant le plancher d'un synclinal supérieur, celui de Canaux, correspondant probable, à son tour, de celui qu'a rendu célèbre la localité de Clars. Enfin, une autre preuve est fournie par la correspondance évidente, de part et d'autre du synclinal nord-sud de la Combe qui fait suite à celui de Nans supérieur, des deux anticlinaux qui séparent du bassin de Saint-Vallier la coupure de Thiey et la plaine de la Malle.

Face à face *(coupe IV)* sont deux bouts de voûtes retombantes, dont l'une, celle de Paracou, bientôt crevée, se continue à l'est en encadrant, entre les éminences de Cavagne et de la Bouissière, la haute vallée infra-liasienne de Feissolade aux Espérets, tandis que l'autre, celle du Mortier, abstraction faite de quelques accidents secondaires dont nous allons voir l'explication, se crève et se creuse vers l'ouest beaucoup plus profondément, pour former la vallée, également infra-liasienne, de Nans inférieur. Interrompue par le synclinal nord-sud de la Siagne supérieure, elle reparaît entière, quoique fortement surbaissée, de l'autre côté, sous forme du grand plateau de Briasq *(coupe I)*.

Si l'on étudie le flanc sud de cet anticlinal, il semble qu'on soit loin de notre loi générale du déversement : du Pilon à la Combe, ce sont des strates presque verticales; de la Combe à la Colle, elles sembleraient plutôt inclinées dans le sens normal. Mais, sur cette moitié de trajet, la loi retrouve indirectement ses droits. En bordure immédiate du tertiaire, une discontinuité, visible surtout à la *barre des Aréniers*, montre le pointement d'un tout petit pli secondaire déversé et brisé, formant un ourlet continu tout le long d'un des angles du synclinal cruciforme, c'est-à-dire remontant au nord le long de *Castela* pour continuer à border le syn-

Digitized by Google

clinal secondaire en ∽ allongé qui recoupe orthogonalement l'autre et se continue, plus haut, par petits lambeaux séparés, vers l'est, sous le coude supérieur de la route de Thorrenc, semblant se diriger vers la Malle. C'est le prolongement de cet ourlet qui motive, dans la coupe IV, sous le Mortier, le petit crochet dominant la coupure en ∩ par où se montre l'intérieur de la voûte. C'est encore ce petit accident, sans doute, qui cause, de l'autre côté du vallon, la légère discordance qui met en contact le calcaire blanc supérieur avec le Jurassique inférieur. Ce mouvement se poursuivrait-il encore plus loin, et serait-ce à lui que je devrais la constatation, presque au sommet de la Colle de la Malle, d'un petit résidu de poudingue? En tout cas, ce pli ne serait plus ici que tout superficiel, car rien ne semble déranger la régularité de stratification qu'indiquent les coupes V et VI. Mais elle justifierait peut-être cette apparence de continuité du synclinal de Castelà avec celui de la Malle, qui ne laissait pas que de compliquer encore les termes du problème à son début.

Cet accident n'est pas, d'ailleurs, le seul que présente le flanc sud de l'anticlinal. Au-dessus de lui devait se retrouver une ligne synclinale, et c'est celle qu'accuse, sous le Puet, un lambeau assez important de Cénomanien, suivi par d'autres taches de quelques mètres carrés, disséminées au milieu des bancs jurassiques dont elles déforment singulièrement les contours, ailleurs en *bord de cuiller* assez régulier.

L'observation de ces détails infinitésimaux est ce qui rend pénible le lever d'une carte géologique; mais c'est aussi ce qui lui donne de l'exactitude, et ce n'est que par eux que je suis arrivé à la connaissance des deux synclinaux plus méridionaux dont il me reste à parler.

M. l'ingénieur Pellegrin, à qui l'on doit les belles coupes données par M. Potier dans sa notice sur *les dolomies des Alpes-Maritimes* (1), — étude précieuse mais peu encourageante, en ce qu'elle constatait l'extrême difficulté de se reconnaître au milieu des multiples niveaux de dolomies jurassiques qui, par leur similitude d'aspect, ajoutent à la confusion de niveaux enchevêtrés, que presque aucuns fossiles ne distinguent, — M. Pellegrin avait signalé au kilomètre 16 de la route de Saint-Cézaire, sur le flanc de la colline de Mauvans, non loin du beau dolmen de la Lèque, un lambeau de poudingue semblable à celui qui couronne le Bartonien de Saint-Vallier. Le voisinage du calcaire blanc supérieur, que sa beauté a fait exploiter précisément en cet endroit, était un indice : son contact direct avec le calcaire à *Rhynconella decorata* et ses dolomies, la preuve d'une discontinuité dont il s'agissait de rechercher la nature. C'est ce que je fis en suivant d'abord pas à pas, tout le long du grand plateau qui va de Mauvans jusqu'à la Siagne, les traces du même poudingue, jalonné partout,

(1) *Société de Géologie*, 1876.

Digitized by Google

à cette hauteur, par une ligne de puits, et même, dans un renfoncement, par une source qu'alla chercher, il n'y a pas très longtemps, au flanc de la montagne, un fou, qui avait, paraît-il, des divinations en géologie. On arrive ainsi, toujours suivant le pied de la petite barre bartonienne qui représente le noyau du pli déversé subsistant au-dessus du plan d'étirement, jusqu'en vue de la Siagne, au-dessous de la dernière et de la plus grande des nombreuses enceintes mégalithiques qui formaient la défense de ce magnifique camp retranché, mais tout à fait étrangères à la dénomination de Camplong, d'origine purement géologique : le *champ long* est celui-là même que forme, au milieu des calcaires jurassiques incultes, l'étroit serpentement du poudingue marneux.

De cet endroit, l'on aperçoit, sur un bas promontoire de l'autre rive de Siagne, le fameux gisement tertiaire de *Casteou d'Infer*, où se ramassaient en abondance, avant qu'on n'en abandonnât la culture, les fossiles des Diablerets, dans un état analogue à celui des environs de Paris. Malgré 300 mètres de différence d'altitude, la tentation était grande de pousser par là la ligne synclinale. Mais on perd cette illusion quand on recule à l'autre extrémité du plateau, vers le nord, d'où l'on voit les couches qui, remontées de la Siagne, se sont recourbées en voûte pour venir se déjeter à la barre, filer par leurs tranches de l'autre côté de la rivière bien en dessous de Casteou d'Infer, et rejeter forcément celui-ci à un synclinal supérieur.

Or, le synclinal supérieur paraissait être celui de Saint-Vallier. Était-il possible de faire le rattachement?

En vérité, de l'altitude de 850 mètres, on voyait le synclinal de la Colle plonger jusqu'à la Siagne, au-dessus de son premier grand coude. Mais si, malgré les difficultés d'abord de l'autre rive, on s'avisait d'y aller chercher la trace du poudingue, on le retrouvait, toujours pincé entre les deux lèvres du calcaire blanc, suivi des gros bancs de calcaires gris dont la tranche oblique forme par là toute une série de barres absolument infranchissables, mais, au nord, tout voisin du lias *(coupe I)*, et bientôt caché par les éboulements de dolomie inférieur, qui forment, autour du plateau de Briasq, la barre au-dessous de laquelle jaillit la source des Rouyères. De l'autre côté de la *Siagne de la Pare*, on voit un autre plateau absolument semblable, et c'est à mi-côte de celui-ci que doit, sans aucun doute, se continuer la ligne de discontinuité qui représente tout ce qui reste, ici, du synclinal de Saint-Vallier. C'est dire que ce synclinal ne descend pas à Casteou d'Infer, auquel tout au plus serait-il rattaché par une bifurcation de calcaire blanc.

Mais si Casteou d'Infer ne peut être rattaché ni au synclinal n° II ni au n° IV, entre lesquels il est compris; et si on ne peut, vu la continuité visible des couches du Jurassique supérieur, l'attribuer à un simple

Digitized by Google

décrochement semblable à celui qui a produit, sur le petit cap en face, une véritable faille de glissement, — c'est donc qu'il y a un n° III intermédiaire ?

Je l'avais déjà soupçonné en considérant la forme bombée que prenait, pour descendre au vallon de la Combe, la lèvre inférieure du synclinal de la Colle. J'en avais eu la confirmation en apercevant, au-dessous de celle-ci, des Rouyères, une coupe de voûte très allongée. Enfin, faisant face, à l'ouest du pont naturel dit de Donadieu, qu'ont jeté entre les deux rives abruptes les dépôts de tuf ancien, l'on voit nettement retomber vers la Siagne les couches du Jurassique supérieur, qui, de l'autre côté, vont remonter sur le flanc de la Maline. Il y a donc là un synclinal, raccordant, par un zig-zag orthogonal, le synclinal nord-sud de la Siagne supérieure (lequel, par-dessus *Portisola*, seul passage à travers les rochers, pour arriver à Donadieu, se prolonge du côté de Mauvans) avec la Siagne de Casteou d'Infer, et nous a conservé le gisement unique de ce petit coin préservé.

Restait à suivre cette direction nouvelle : si peu caractérisée qu'elle fût, il était évident que le vallon de la Combe en était la prolongation vers l'Est. Au-dessous de l'enceinte de Casteou Vassou, au bord de la Grande-Carraire, un tout petit bout de voûte de dolomie visible sous le calcaire gris jalonnait l'anticilnal séparatif qui avait, auparavant, formé l'éminence de Valens, et qui, plus loin, allait former la montagne de Lauteron.

Le synclinal passait donc au sud, et c'est par là, en effet, que je l'ai pu retrouver et suivre complètement. D'abord, au bas-fond dit *Cros Ganiou* (*Cros*, écrit au cadastre pour *Crau*, *Graou* : champ de pierres) se trouve, au milieu des calcaires gris, et avec l'inévitable *avenc*, une tache isolée de calcaire blanc, bordée de calcaire à silex et se prolongeant jusqu'au-dessous de la belle enceinte qui couronne la colline de *Castel-Abram*. Là même des traces évidentes de poudingue, nombreux galets de quartzites en des endroits où ne les avait certainement point apportés la déclivité des eaux, enduits gréseux adhérents au calcaire, mettaient hors de doute le passage du synclinal. Je l'ai retrouvé, encore mieux caractérisé, sous le dolmen qui surmonte la colline des Verdolines. (Remarquez que, dans ce pays, presque tous les synclinaux sont près des sommets, et les anticlinaux forment les vallées! Rien, par conséquent, dans le relief qui puisse *a priori* révéler la structure géologique.) Enfin, une mince traînée de poudingue se retrouvait encore à mi-côte de Lauteron, au milieu d'un développement de dolomies que tout pouvait, sans cette constatation, faire croire inférieures au lieu de supérieures aux calcaires voisins à *Rh. decorata*.

Mis en goût par cette dernière découverte, je multipliai les investiga-

Digitized by Google

tions et finis par trouver, plus bas, sous forme d'une seconde tache de poudingue, toujours au milieu de ces mêmes dolomies, la continuation du synclinal de Mauvans qu'il avait été facile de suivre jusqu'au sommet du Signal de Cabris, où conduisaient en ligne droite les longs alignements des strates parties du bas de Mauvans, mais qu'à partir de là, juché en l'air, buté au bord du dernier grand abrupt, je ne savais plus où aller chercher.

Les directions, ainsi données, des synclinaux III et IV semblaient, comme celles du synclinal n° II, converger vers un point de la route nationale n° 85, où M. Pellegrin avait déjà signalé, au-dessous d'une petite cheminée de labradorite, qui est juste au kilomètre 40, un lambeau subsistant de nummulitique à *Rotulina spirulæa*. Intermédiairement, je constatai moi-même, sur le plateau de Vallongue et les grandes pentes voisines, un grand nombre de petits lambeaux de poudingue et de marnes éocènes, les uns surmontés du calcaire blanc et suivis en dessous de la série normale, les autres semblant pinçés en pleines dolomies bartoniennes.

Quelque difficile que fût, au milieu de cet archipel trop touffu, l'attribution positive de chaque îlot, il était certain — par exclusion, puisque arrivés au bord du dernier grand abrupt — que nous avions là le passage de nos deux synclinaux inférieurs. La découverte d'une pochette nummulitique dans le calcaire bartonien, au plus haut de Clarette, montrait le passage du premier : le second grimpait sur le flanc et le contournait sous la boucle enserrant la crevasse supérieure, à travers laquelle venait pointer le lias.

Sans doute, au delà, il va se fusionner avec l'autre, pour former, par écrasement final du pli en ⋚ de la coupe VI le grand plan de discontinuité qui va passer en haut de la marbrière de Grasse et que faisait prévoir la réapparition discordante, au-dessous de la boucle précitée, du Jurassique supérieur et de sa suite régulière.

Quant au synclinal n° II, venu de Saint-Vallier, il ressort de la coupe VI qu'il se continue non pas avec les précédents, mais en se contournant vers le nord, au pied de l'anticlinal refermé de la Bouissière. Il serait sans doute intéressant de le suivre, ainsi que les autres, dans cette direction, du côté de Gourdon, ou bien, vers l'ouest, du côté de Mons, et de compléter ainsi les deux extrémités du grand ∽ qu'ils paraissent former. Mais ce serait dépasser mon cadre, et je dois m'estimer heureux, en terminant cette étude de tectonique pure, de les avoir, sur un espace de 100 kilomètres carrés, dont ceux-là seuls qui le connaissent peuvent apprécier les difficultés de parcours, déterminés avec une précision de détails qui, dans toutes autres conditions de temps et de minutie, n'eût certainement été permise à personne.

Digitized by Google

P.-S. — Depuis qu'ont été écrites ces lignes, de nouvelles découvertes de lambeaux tertiaires, guidées par les vues générales de la précédente étude, en ont partout confirmé et précisé les constatations, notamment en ce qui concerne le tracé de la ligne synclinale n° III et l'apparente continuité synclinale de Castela avec la Malle.

De plus, la réduction de ma carte au $\frac{1}{50000}$ au lieu de $\frac{1}{40000}$, en me permettant de lui donner plus d'extension vers le Sud, m'a amené à constater l'existence, en dessous de mon dernier synclinal, de trois autres lignes parallèles, au moins, lesquelles, parties du plateau de Saint-Cézaire, et après avoir consommé ce versant du Signal de Cabris, que j'avais jusqu'alors supposé régulier, viennent converger sur le versant Sud de Sauteron, dont l'anormale épaisseur en dolomies se trouve ainsi expliquée par une structure *à petits plis*, comparable à celle de l'étoffe la plus légère. Mais ce sont là détails à réserver pour une monographie plus détaillée, et que font suffisamment ressortir, pour le moment, les coupes qui accompagnent la carte.

M. Ed. FERRAY

Président du Conseil d'arrondissement et de la Chambre de Commerce d'Évreux.

LES RIVIÈRES DU DÉPARTEMENT DE L'EURE QUI DISPARAISSENT. — LEUR COURS SOUTERRAIN. — LEURS POINTS DE RÉAPPARITION.

— Séance du 13 août 1894 —

Le 12 juillet 1758, Guettard présentait à l'Académie des Sciences un Mémoire dans lequel il était question de « *rivières de Normandie qui entrent en terre et qui reparaissent ensuite* ».

Dans ce Mémoire, Guettard s'occupe plus particulièrement de la Rille.

Après avoir indiqué son parcours, tout en contredisant une assertion de l'abbé Dumoulin, l'auteur de l'*Histoire de Normandie*, il ne place pas la source de cette rivière au *château d'Haspres, mais bien à Planche, village éloigné du Merlerault d'une lieue.*

« Elle commence, poursuit-il, à se perdre à Lyre et sa plus grande perte se fait au Rouge-Moulin, à un quart de lieue de cet endroit. — On voit au Rouge-Moulin des trous auxquels, dans le pays, on donne le nom de *bétoires;* c'est par ces trous que la rivière s'engouffre peu à peu; elle le

Digitized by Google

fait cependant assez promptement pour qu'elle disparaisse dans l'espace de deux petites lieues, c'est-à-dire depuis le Rouge-Moulin jusqu'au château de la Lune. »

Il décrit ensuite le mode d'absorption, les passages de l'eau. Le sein de la rivière et ses bords sont percés de temps en temps de bétoires.

Il est à remarquer, dès maintenant, que, suivant qu'il s'agit de la Rille, de l'Iton, de l'Avre, de leurs affluents, l'expression servant à désigner les mêmes phénomènes est différente : *gouffres*, *bétoires*, *mardelles*, sont l'appellation usitée suivant les diverses localités.

Guettard a observé que les bétoires des bords de la rivière ont une action moins vive que ceux situés dans le lit de celle-ci.

Néanmoins, tous alimentent des *étangs intérieurs de montagnes*, qui alimentent eux-mêmes, après avoir fait une réserve considérable, les sources d'aval situées à cote moins élevée.

Mais, d'après Guettard, le débit de ces dernières est peu considérable, et l'emmagasinement des eaux dans les étangs intérieurs est, au contraire, fort considérable.

Nous verrons plus loin que, d'après nos expériences de coloration, d'après nos travaux importants de sondages, l'alimentation des sources est permanente, considérable, si on la compare au débit des cours d'eau qui disparaissent, ce qui ne veut pas dire qu'il n'existe pas des étangs intérieurs de montagnes.

Mais, à notre avis, Guettard en a de beaucoup exagéré l'importance, du moins en ce qui concerne le cas spécial qui nous occupe.

En effet : « L'existence des étangs intérieurs de montagnes, dit-il, ne peut guère être regardée comme douteuse, — elle est prouvée par les faits ; il faut qu'il y ait dans ces montagnes des cavités qui puissent recevoir les eaux qui reparaissent en hiver.

» On peut même, à ce que je vois, avancer qu'ils doivent être considérables, puisque l'eau de cette rivière, qui coule pendant toute l'année, est absorbée par ces montagnes, excepté pendant l'hiver, l'eau reparaissant au contraire dans cette saison ; si toutes ces montagnes, qui absorbent de cette eau, avaient des issues par lesquelles l'eau pût sortir continuellement et former par conséquent des fontaines, on pourrait douter de l'existence de ces étangs, mais il ne m'a pas paru *qu'il y ait* des fontaines bien considérables, du moins le long de plusieurs des montagnes qui reçoivent les eaux de cette rivière ; il n'y a que celle où est placée l'abbaye de Grammont, qui, du côté opposé à celui où coule la Rille, fournit plusieurs fontaines qui sourcillent de terre, et dont la plus forte est celle qu'on appelle la *Fontaine-Enragée* : cette fontaine est précisément entre Grammont et Beaumont-le-Roger. »

Guettard avance un fait inexact. *Il ne lui a pas paru qu'il y ait des fon-*

Digitized by Google

taines bien considérables, du moins le long des montagnes. Il a trop restreint son champ d'investigation. Il ne fallait pas rester dans le voisinage immédiat des pertes.

Évidemment les eaux perdues des rivières se retrouvent *même en été* dans les sources d'aval.

Bien plus, ainsi que le prouvent les études que j'ai faites, les *sources de réapparition* donnent un débit plus considérable que celui de la rivière avant ses pertes. — Les eaux perdues par celle-ci se sont enrichies des eaux de surface par pénétration et, certainement, de celles d'affluents souterrains, absolument semblables à ceux qui existent à la surface.

En ce qui concerne les *cavités qui peuvent recevoir les eaux qui reparaissent en hiver*, le phénomène de l'abondance de l'eau pendant cette saison dans le lit desséché l'été est dû purement et simplement à l'abondance des eaux d'amont et à la *capacité insuffisante d'absorption* des bétoires qui, l'été, n'ont pas trop pour l'abreuver de la faible quantité de l'eau qui leur est amenée par le courant superficiel supérieur.

Après avoir signalé la Rille, Guettard cite également l'Avre et l'Iton qui présentent les mêmes phénomènes géologiques.

A propos de l'Iton : « Voici, dit-il, ce que j'ai observé sur la perte de cette rivière : peu après être sorti de la forêt d'Evreux, on traverse son lit ; ce lit est à sec en été, on l'appelle, à cause de cela, le *sec Iton ;* il suit ainsi le cours du bois jusqu'à un endroit qu'on nomme Villalet : c'est à ce village que l'Iton se perd entièrement. Il ne va pas plus loin en été ; en hiver, son lit se remplit, il devient même alors une *espèce de torrent fort à craindre.* »

Ceci est très vrai ; les inondations de 1880 nous l'ont surabondamment prouvé. L'Avre a été également signalé, quant à ses pertes, par Guettard.

Comme rapporteur de la Commission d'enquête départementale sur la dérivation des eaux de cette dernière rivière vers Paris, — comme rapporteur de la Commission d'établissement de la distribution d'eau par la ville d'Evreux, j'ai été amené à étudier tout particulièrement le régime des bassins de l'Iton et de l'Avre.

En présence des travaux de Guettard sur ces deux rivières, ainsi que sur le cours de la Rille, je n'ai pu, dans mon étude, laisser de côté cette rivière voisine.

C'est le résultat de ces travaux, de ces études que j'aurai l'honneur de vous exposer.

Je dois d'ailleurs déclarer, dès maintenant, que j'ai été aidé, dans la mesure du possible, par les Administrations compétentes : le Ministère de l'Agriculture, le département de l'Eure ont bien voulu mettre à ma disposition les sommes nécessaires pour mener à bonne fin l'œuvre un peu considérable que j'avais entreprise.

Digitized by Google

I. — La Rille.

La Rille est sans conteste la plus importante des rivières du département de l'Eure.

Il est vrai que son débit n'est pas beaucoup plus important que celui de la rivière qui a donné son nom à notre département, — que son parcours est un peu moindre, mais la situation de son confluent à l'embouchure de la Seine en fait une rivière navigable et rend maritime la dernière partie de son cours. — Comme la plupart de nos cours d'eau de ce côté-ci de la Seine, la Rille nous vient de l'Orne. Elle prend sa source à Saint-Vandrille-les-Bois *(voir la carte jointe)* et, après avoir traversé une partie de son département d'origine, entre dans le nôtre près de Rugles, à la cote de 169 mètres, tandis que son point d'émergence est situé à 300 mètres pour arriver à 0 à la pointe de la Roque où elle se jette dans l'estuaire de la Seine, après avoir arrosé une partie des arrondissements d'Evreux, de Bernay et de Pont-Audemer, et fourni un parcours de 128 kilomètres.

Ses affluents sont nombreux; quelques-uns ont une certaine importance. Les principaux sur la rive gauche sont : le *Sommaire* (1), la *Fontaine-Roger*, par corruption la *Fontaine-Enragée*, la *Charentonne*, le plus important : les *Fontaines Saint-Denis*, le torrent *d'Authon*, le *Doult de Condé*, *la Véronne*, *la Tourville* et *la Corbie*.

Sur la rive droite, ses affluents sont beaucoup moins nombreux et beaucoup moins importants : nous citerons le *Ruisseau du Bec*, qui se jette dans la Rille, après avoir traversé toutes les immenses dépendances de l'ancienne et importante abbaye à laquelle il a donné son nom et dont les ruines présentent encore tant d'intérêt ; puis le *Doult Claireau*, le *Doult de Billon*, etc.

Dans l'arrondissement de Pont-Audemer, le nom de « Doult » est donné à beaucoup de ruisseaux. — Son étymologie est *Dour*, mot celtique qui signifie *eau*. Il prend d'ailleurs diverses formes : *Doit*, *Doux*; *Douix* en Bourgogne sert à distinguer les sources.

La direction générale de la vallée de la Rille est orientée du sud au nord.

Au point de vue géologique, cette rivière prend naissance dans de la *craie chloritée*, traverse sur certains points de son parcours la *craie*

(1) Dans une visite que j'ai faite tout récemment du bassin de la Rille, j'ai appris que le *Sommaire*, dans les temps de basses eaux, disparaissait aussi, pour, d'après le dire public, reparaître dans une fontaine, sise à Rugles, sur l'autre rive de la Rille.

En temps utile, je ferai des expériences de coloration sur cette rivière, pour établir ce point d'une façon nette et précise.

Digitized by Google

blanche, puis enfin, de Nassandre à la Roque, court dans un terrain appartenant aux couches précédentes, à la craie chloritée.

Son lit est formé par les terrains de transport des vallées dans lesquels dominent les silex.

Là où ceux-ci se trouvent seuls, le sol est perméable, la rivière disparaît; là, nous avons les pertes, phénomènes dont nous nous occupons dans cette étude.

Pour la Rille les pertes commencent presque aussitôt après son entrée dans le département de l'Eure, en aval de Rugles *(voir la carte)*, pour s'accentuer ensuite en traversant la Vieille-Lyre, la Ferrière, Romilly et se compléter au Val-Gallerand, dans le voisinage de la jonction de cette rivière avec la ligne du chemin de fer de Paris à Cherbourg, qui traverse sur un viaduc élevé son lit desséché.

Voici, en effet, quels sont les débits que nous avons pu relever et qui se rapportent à des temps d'étiage.

Le débit maximum avant les pertes est, à Rugles, de 2.160 litres. En aval, à la Vieille-Lyre, il n'est plus que de 1.660, à la Ferrière 700, à Romilly 360, au Val-Gallerand 0.

Le cours de la rivière est desséché jusqu'à la Fontaine-Roger; un peu en amont de ce point, une source d'un faible débit entretient cependant dans le lit de la rivière un courant d'eau dont se contentent les truites.

En aval de ces sources, à Beaumont, le débit monte à 1.920 litres; au Moulin du Parc à 2.130 litres; à la rivière Thibouville 4.130 litres, — au-dessous du confluent avec la Charentonne qui lui apporte près de 2.000 litres.

Enfin, à Pont-Audemer, le débit est de 12.100 litres. En aval il est encore plus considérable, mais le voisinage de la mer ne nous a pas permis d'effectuer les jaugeages.

Ainsi les pertes laissent le lit de la rivière à sec sur un parcours d'environ 7 kilomètres.

Nos expériences de coloration ont été faites à l'aide d'une solution de 3 kilogrammes de *fluorescéine* dans 10 litres d'eau.

Cette solution a été versée le jeudi 19 juillet dernier à 3 heures de l'après-midi, dans le dernier des bétoires alors alimenté, soit au Val-Gallerand, le point exact marqué sur la *carte ci-jointe*.

Le débit de la rivière a été augmenté, par suite de la levée des vannes sises en amont, et retenant dans un long canal étanche une assez grande quantité d'eau emmagasinée.

Des observateurs ont été placés près des fontaines ou des sources d'aval.

La fluorescéine est une matière colorante d'une intensité remarquable : — une partie colore 300.000 parties d'eau, — d'une façon fort appréciable.

Digitized by Google

Elle est dichroïque absolument comme la chlorophylle, soit verte par réflexion, soit rouge par réfraction.

Étant donnée son origine — la fluorescéine est préparée avec les produits de distillation de la houille, — on peut dire que c'est de la *chlorophylle des temps carbonifères restaurée par l'industrie humaine actuelle.*

Quoi qu'il en soit, le vendredi soir, à 7 heures et demie, la présence de la matière colorante a été constatée au Moulin du Parc, à Beaumontel, au-dessous de Beaumont (1).

Les sources intermédiaires surveillées soigneusement, n'ont pas été colorées.

Ce qui permettrait d'avancer, jusqu'à preuve du contraire, qu'elles ont un régime indépendant, qu'elles ne sont pas alimentées par les eaux perdues de la Rille, du moins dans cette partie de son parcours. — La distance à vol d'oiseau entre le Val-Gallerand et le Moulin du Parc est d'environ 7 kilomètres, ce qui fait pour le courant inférieur, en le supposant rectiligne, une vitesse de 5 mètres à la minute, en chiffre rond, avec une pente moyenne de $0^m,003$ par mètre.

II. — L'Avre.

Il y a quelque huit ou dix ans, l'Avre passait tout à coup de l'obscurité à une renommée considérable.

A cette époque, tout journal qui se respectait lui consacrait hebdomadairement au moins deux articles ; les pouvoirs publics se sont beaucoup occupés d'elle, beaucoup trop.

Ils l'ont donnée à Paris altéré.

Au commencement du siècle dernier, on voulut conduire l'eau de l'Eure à Versailles. A la fin de celui-ci, on emporte à Paris une partie de l'Avre, son principal affluent.

Mais là n'est pas le lieu de revenir sur une polémique qui s'est beaucoup envenimée à certaine époque; nous ne parlerons que des expériences que nous avons faites pour démontrer l'existence des cours souterrains de cette rivière, pour prouver que les sources de la Vigne, les Fontaines de Rueil dérivées pour l'usage de la Ville de Paris, ne sont que les points de réapparition des eaux perdues de l'Avre supérieur et de ses affluents de rive droite, dans le même trajet.

L'Avre prend sa source dans la forêt du Perche, à Rubertrée (Orne), à 270 mètres d'altitude. Elle entre dans le département de l'Eure à Chenne-

(1) D'après des renseignements qui m'ont été transmis depuis ma communication, le point de réapparition exact de la matière colorante serait la source de la *Bave*, affluent de rive gauche de la Rille, sur le territoire de Beaumont-le-Roger.

Digitized by Google

brun, à 190 mètres, passe à Verneuil, à 161 mètres, se jette dans l'Eure à Saint-Georges-sur-Eure, à 75 mètres.

L'Avre, depuis sa source, traverse une série d'étangs fort nombreux; on en compte neuf dénommés, ce sont : les *Étangs du Grez*, du *Cachot*, de *Brezolettes*, de la *Forge*, *Neufs*, de la *Fonderie*, du *Fourneau*, de *Gaillon* et de *Randonnai*.

Elle parcourt environ 70 kilomètres dans la direction sud-ouest-nord-est, avec une pente de 195 mètres, et non de 58 mètres ainsi que l'indique la description géologique du département de l'Eure.

Elle part de la craie chloritée pour, plus tard, traverser la craie blanche au commencement des pertes, soit à Chennebrun, à son entrée dans le département de l'Eure. — De ce point jusqu'à Verneuil, le lit de l'Avre est dans toutes les périodes de sécheresse complètement dépourvu d'eau.

Dans la partie haute, cette rivière ne reçoit que des affluents de rive droite.

Le ruisseau de Saint-Maurice, qui disparaît au gouffre du *Raccroc* et qui a pour tributaires, en temps pluvieux :

1° Le ruisseau du Ruth, affluent du précédent, quand les eaux arrivent jusqu'à ce dernier, mais qui, en temps ordinaire, disparaît au gouffre des *haies Blot*.

2° *Le Normandel*, comme l'Avre, traverse une série d'étangs : ceux de *Buglande*, de *Fortibert*, de la *Mansuette*, de la *Mare-aux-Biches*, de *Saint-Nicole* et de la *Motte-Rouge*.

3° Le ruisseau de Malnoë qui, dans les mêmes conditions, disparaît sur une partie de son cours, pour reparaître partiellement à la source de la Heunière avant son confluent avec la rivière de Saint-Maurice.

Un peu plus bas, au-dessous de Saint-Christophle, l'Avre reçoit le ruisseau la Gohière, qui forme la limite entre les départements d'Eure-et-Loir, de l'Orne et de l'Eure. — Il n'y a pas sur ce cours d'eau de gouffres à proprement parler, mais les pertes sont continues jusqu'à son confluent avec l'Avre.

La Gohière a pour tributaires, le ruisseau *Maussonvillers* ou du *Belloy* situé tout entier dans le département de l'Orne, et prenant sa source dans l'étang du Belloy. Ce dernier ruisseau, en temps de basses eaux, disparaît complètement dans le gouffre du *Souci*. Ce n'est d'ailleurs que pendant la saison d'hiver ou dans les plus fortes pluies d'orage, en été, que les eaux du Belloy passent outre le gouffre du Souci.

Vers *Courteilles*, toujours sur la rive droite, l'Avre reçoit *la Vigne* dérivée vers Paris, alimentée par les *Fontaines de Rueil* qui ne sont, ainsi que nous le verrons plus loin, que les points de réapparition de toutes les eaux perdues que nous avons signalées — ainsi que de celles également perdues du *Buternay* et de la Lamblore.

Digitized by Google

Le premier disparaît à *Boissy-le-Sec*.

La seconde a pour tributaires les ruisseaux de la Chapelle et d'Epinay, qui sont absorbés au gouffre de la *Mâtinière*.

La Lamblore elle-même disparaît au gouffre du *haut Chevrier*.

Il est bien entendu que la disparition complète des eaux ne se fait que dans les périodes estivales, et qu'après, soit les orages, les pluies persistantes, soit la fonte des neiges, l'abondance d'eau peut devenir telle que tout ne peut être absorbé par les pertes, et qu'alors le surplus suit la pente naturelle des vallées.

Comme on le voit, toute cette contrée n'est qu'un véritable crible à travers lequel se perdent toutes les eaux descendant de la forêt du Perche, pour reparaître dans toutes les sources d'aval, notamment celles de Verneuil et de Rueil *(voir la carte jointe)*.

Les expériences que nous avons faites l'ont surabondamment démontré.

L'Avre, à son entrée dans le département de l'Eure, vers Chennebrun, débite 400 litres à la seconde; le ruisseau de Saint-Maurice, en amont du gouffre qui l'absorbe, débite 250 litres au minimum. Le Belloy et la Gobière environ chacun 100 litres.

C'est donc environ 850 litres qui disparaissent et, la plus grande partie de l'année, le lit de l'Avre est complètement à sec entre Armentières et Verneuil.

De plus, les tributaires de la Vigne, la Lamblore et le Butternay, débitent avant leurs pertes, la première, 290 litres, le second, 270 litres.

Le 8 septembre 1887, à 10 heures du matin, nous avons versé dans le bétoire de la Lambergerie *(voir la carte ci-jointe)*, sur le côté gauche de la rivière, en un point situé entre le chemin de Saint-Victor et la ferme de la Lambergerie, à 100 mètres en amont de cette dernière, nous avons, dis-je, versé une solution de fluorescéine préparée comme précédemment.

Les distances en ligne directe entre le point où a eu lieu l'expérience et les divers postes d'observation ci-dessous indiqués sont les suivantes :

Jusqu'à la source Gonord	5.500 mètres.
Jusqu'à la source Poelay.	7.500 —
Jusqu'à la source Nouvet	8.000 —
Jusqu'au groupe de Foisy, Érigny, Graviers.	8.500 —

A la source Gonord, la matière colorante est apparue le 10 septembre, à 7 heures du matin; à la source Poelay, le même jour, à 5 heures du soir; aux sources de Foisy, Érigny et Graviers, le 11 septembre, à 5 heures du matin.

La cote du bétoire de la Lambergerie est environ, et fort approxima-

Digitized by Google

tivement, de 174m,5; celles des sources où l'apparition de la matière colorante a été constatée sont :

Source Gonord	161	mètres.
— Poelay	154	—
— Foisy, Graviers, Érigny	150	—

La vitesse a donc été, pour le courant alimentant la première, de 2m,13 à la minute, avec une pente de 0m,0024; pour la deuxième, de 2m,23, avec une pente de 0m,0026; et pour la troisième, de 2m,28, avec une pente de 0m,0028.

Comme on peut le remarquer, le Nouvet n'a pas été coloré.

Mais, plus tard, le 10 novembre, par les soins de l'Administration des Ponts et Chaussées, une solution de fluorescéine était versée dans les bétoires d'absorption du ruisseau de Saint-Maurice et, cette fois, le Nouvet était coloré.

Toutes ces constatations démontrent les relations existant entre les eaux de l'Avre supérieur et de ses affluents avec les fontaines d'aval, tant celles devenues la propriété de la ville de Paris que toutes les autres.

Contrairement à notre assertion, les ingénieurs hydrographes de cette ville ont soutenu qu'il n'existait pas de canaux souterrains, conduisant les eaux des points de disparition aux points de réapparition.

Il faut vouloir être aveugle pour soutenir une telle thèse, connaissant nos travaux sur l'Iton, qui feront l'objet du dernier chapitre de cette note.

Et puis, si l'on considère le terrain de surface entre les pertes de ces divers cours d'eau et les sources précitées, on remarquera une série d'effondrements, connus dans le pays sous le nom de *mardelles*, reliant ces divers points, indiquant, à n'en pas douter, le passage du canal souterrain, dont le toit, insuffisamment solide pour supporter la charge des terres, s'est affaissé par endroits.

S'il n'y avait que simple filtration à travers la masse des terrains, nous n'aurions pas cette suite non interrompue d'effondrements, dans une direction bien marquée et différente suivant qu'il s'agit d'un cours d'eau ou de l'autre.

Et, encore, comment expliquer que, lors de notre expérience, le *Nouvet* n'a pas été coloré, tandis que les autres sources voisines l'ont été?

D'ailleurs, ces cours d'eau souterrains ont été découverts et parfaitement constatés.

Nous avons évidemment là ce que nous avons trouvé sur le parcours de l'Iton, dont il nous reste maintenant à vous entretenir.

Digitized by Google

III. — L'Iton.

Il est difficile de plus étudier une rivière que celle-ci l'a été. Il y a longtemps qu'il a été question d'elle.

Depuis date ancienne, l'Iton excite la curiosité et la sagacité de tous, — savants ou historiens. Nous pourrions presque avoir un Nil au petit pied. Certaines communes se disputent ses sources. De plus, ses pertes ont attiré l'attention de tous.

A en croire le *curé de Menneval*, l'abbé Dumoulin, dans son *Histoire de Normandie*, qui déclare qu'à une époque fort reculée on aurait établi un bras forcé dérivé de l'Iton et se dirigeant sur Conches.

En suivant l'ordre chronologique, nous trouvons ce passage, dans l'*Histoire civile et ecclésiastique du comté d'Évreux*, de Lebrasseur : « *L'Iton prend sa source des rivières d'Eure et de Verneuil; après quelques courses, elle cache pendant plus d'une lieue ses eaux sous terre, après quoi elle reparaît, reprenant son cours avec plus de rapidité qu'auparavant, passe par Evreux*... etc. »

Autre inexactitude : L'Iton n'est pas un bras dérivé de l'Eure ; tout au contraire, à Verneuil même, un bras forcé amène les eaux de l'Iton dans l'Avre, affluent de l'Eure.

Ces inexactitudes sont graves, en vérité, mais ce qui nous a paru encore plus grave, plus étonnant, c'est de trouver, dans un ouvrage contemporain, des inexactitudes non moins considérables.

Dans ses *Études hydrologiques du bassin de la Seine*, Belgrand nous dit : « *Dans la forêt d'Évreux, l'Iton se divise en deux branches, dont l'une passe par la petite ville de Conches, l'autre par Damville. La première se perd et reparaît plusieurs fois dans la forêt de Breteuil, la seconde tarit également en dessous de Damville : jamais l'Iton ne coule, même en temps de grandes pluies, dans les parties de son lit où il se perd ainsi. Il renaît près de Conches dans une belle source appelée la* Fosse-aux-Dames. »

Ne semble-t-il pas que l'auteur classique, consulté et écouté aujourd'hui, paraît avoir à cœur de surpasser et le curé de Menneval et l'abbé Lebrasseur ? Il est *fâcheux* de le constater, mais c'est encore Belgrand qui a commis les plus grosses erreurs.

Évidemment, les renseignements donnés à M. Belgrand proviennent d'une personne qui a confondu, qui a pris le Lemme pour l'Iton.

Ce ruisseau, le Lemme, traverse les forêts de Breteuil et de Conches, ne coule dans la partie supérieure de son lit que dans les plus grandes pluies ; dans les temps ordinaires, il disparaît à travers le sol perméable qui forme le fond de la vallée et vient déboucher partie à la queue de

Digitized by Google

l'Étang du vieux Conches, source du Rouloir, dont la force est utilisée aux hauts fourneaux *(voir sur la carte)*, partie dans les sources émergeant à la base du sommet du mamelon qui supporte la petite ville de Conches, et qui sont utilisées pour l'alimentation en eau potable de la population de cette agglomération.

Nous avions l'intention de faire des expériences de coloration sur le *Lemme*, mais les considérations d'alimentation de la ville de Conches nous ont retenu (1).

Ceci dit, en ce qui concerne l'Iton, rétablissons les faits.

L'Iton prend sa source dans l'Orne, dans la commune de Mahéru, à 280 mètres, reçoit immédiatement les eaux du ruisseau des Étangs de la Trappe, entre dans le département de l'Eure, à Chaise-Dieu-du-Theil, arrive à Villalet où il se perd complètement, reparaît à Glisolles, passe à Évreux et va se jeter dans l'Eure à Acquigny après un parcours de 124 kilomètres, à peu de chose près aussi important que celui de l'Eure et de la Rille, dont 88 kilomètres à peu près dans le département de l'Eure *(fig. 1)*.

Il est difficile de trouver une rivière aussi tourmentée que l'a été l'Iton, soit par la nature, soit par les hommes.

La nature a fait effondrer son lit sur un parcours de plus de 10 kilomètres, a caché son lit dans le sous-sol.

L'homme, à certaines époques, tant pour les besoins de la défense des places fortes que pour les besoins culturaux, a détourné son cours naturel superficiel.

Au partage du Becquet, à une époque fort reculée, au XIIe siècle, une partie des eaux de l'Iton fut amenée à Verneuil, dont l'Avre était incapable d'entretenir les fossés.

Une autre partie fut dirigée sur Breteuil, dans le même but, de sorte que le lit naturel était fort souvent desséché, à la suite de ces deux importantes saignées, malgré les dérivations faites sur le bras forcé de Verneuil, pour alimenter l'espace compris entre ce diffluent et la rivière primitive.

Les points d'origine de ces dérivations portent le nom de Trou-de-Botte et de Corne, à cause de leurs dimensions ; les diamètres de ces orifices de nouvelles dérivations correspondent aux diamètres des objets ayant servi à leur dénomination.

Ce ne sont pas seulement nos ancêtres du Moyen Age, ou même ceux du dernier siècle, qui ont martyrisé notre malheureuse rivière.

Les Romains, dès l'occupation des Gaules, avaient construit un long

(1) D'autre part, une visite minutieuse du *Lemme* nous a convaincu de l'inutilité de l'expérience à la fluorescéine. En effet le débit de ce ruisseau est à peu près insignifiant, — en outre il n'y a pas de *bétoires* bien indiqués, — ces pentes sont insensibles et sur un très long parcours. En de telles conditions l'expérience ne peut être faite d'une façon effective.

Digitized by Google

aqueduc, dont les ruines sont encore nombreuses, par endroits bien conservées, soit au sein du sol, soit à sa surface. Ils amenaient l'eau de cette rivière à la ville romaine administrative, qu'ils avaient fondée sur un vaste plateau voisin de l'antique *Mediolanum*, à une altitude de

+ Gouffres où les eaux sont absorbées
• Effondrements sur le parcours souterrain du lit des rivières
▲ Points où la matière colorante a été versée.
△ Points de réapparition de la matière colorante.

FIG. 1.

133 mètres, soit environ 70 mètres au-dessus du niveau de l'Iton, à l'Évreux actuel, qui occupe l'emplacement de *Mediolanum*.

Cet aqueduc a été découvert sur une longueur de 20 kilomètres et nous n'avons pas tout, puisque la cote de la dernière portion de ce canal à Damville se trouve à 8m,75 au-dessus du niveau de la rivière, au droit du travail gallo-romain ; à moins d'admettre l'usage de machines élévatoires, le point de départ n'est pas là.

Digitized by Google

Enfin : *Habent sua fata amnes.*

Quoi qu'il en soit, à Villalet, l'Iton cesse de couler pendant l'été et toutes les portions de son lit, depuis cet endroit jusqu'à Gaudreville, et quelquefois au delà, restent complètement à sec, d'où le nom de *Sec Iton* donné à cette partie de la rivière.

Depuis *Condé*, et non depuis *Coulonges*, *comme tout le monde le dit*, le débit de la rivière diminue de plus en plus, pour devenir tout à fait nul, suivant les saisons, soit à *Villalet*, soit au Reybrac, où nous avons tenté l'une de nos expériences.

A son entrée dans le département de l'Eure, l'Iton a un débit de 700 litres, que l'on retrouve jusqu'au partage du *Becquet* ; 350 litres sont dérivés vers l'Avre, 350 litres suivent soit la vallée naturelle, soit la dérivation vers Breteuil. A Condé-sur-Iton, 400 litres ; puis, à partir de ce point, le débit diminue, soit :

380 litres à Seez-Mesnil ;
360 — à Chambray ;
340 — à Varennes ;
280 — à Authenay ;
260 — à Chevrottes ;
200 — à Coulonges ;
100 — au Moulin du Coq.

Six cents mètres au-dessous de ce dernier point, l'Iton disparaît complètement au *Reybrac*.

Puis, à la Bonneville, la rivière reparaît et reçoit le *Rouloir* ; elle débite, au sortir de l'étang *2.360 litres ; 2.500 litres* à Évreux, 3.500 litres à *la Vacherie*, débit qu'elle conserve jusqu'à son confluent avec l'Eure.

Nous avons fait plusieurs expériences de coloration sur l'Iton.

La première, le 16 octobre 1884, la coloration a été observée à la *Fosse-aux-Dames (voir la carte)*, le vendredi, à midi et demi, alors que la solution colorée avait été versée la veille, au Reybrac, à 10 heures et demie du matin.

C'est alors qu'ayant obtenu des subsides du Ministère de l'Agriculture, nous avons fait effectuer des travaux de recherches. Nous avons foré trois puits, non pas, comme on l'a dit, dans le lit de la rivière, mais bien assez loin de ce lit, à flanc de coteau.

Deux de ces recherches nous ont permis d'observer le canal souterrain :

1° Au puits des Boscherons, dont la profondeur est environ de 22 mètres ;

2° Au puits de Gaudreville, au milieu de la forêt d'Evreux, sur le coteau qui forme promontoire entre la partie supérieure et celle inférieure

Digitized by Google

de la vallée de l'Iton. Ce dernier puits a une profondeur de 50 mètres environ.

Dans ces deux puits, nous avons pu observer un canal en forme de tunnel naturel de 3 ou 4 mètres de largeur, et donnant passage à un vrai cours d'eau, d'un débit approximatif de 700 à 800 litres.

Nous avons trouvé des cavernes assez spacieuses déterminées par le passage des eaux. Nous reproduisons sur les figures 2, 3, 4, 5, la coupe de ces cavernes, avec les hauteurs d'eau, soit en cas d'inondation, soit au moment de l'étiage.

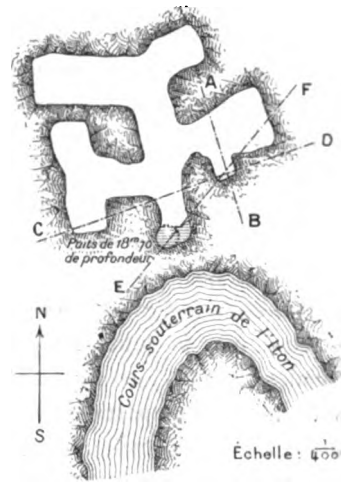


FIG. 2.

Dans le puits des Boscherons *(fig. 2 et 3)*, le courant, très rapide, est perpendiculaire à l'axe de la vallée voisine, il va de la vallée vers le coteau.

Des galeries de recherches nous ont mené dans une caverne voisine, où le courant change complètement de direction, fait un angle de 90 degrés

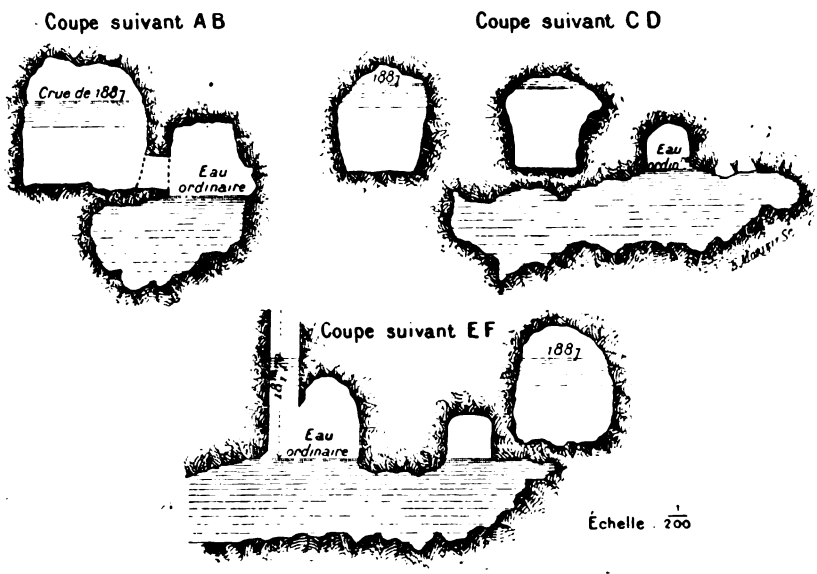


FIG. 3.

avec le cours déjà constaté, et remonte vers la source de la rivière, c'est-à-dire qu'il est en sens inverse du courant superficiel.

Digitized by Google

En présence de cette observation, nous nous sommes demandé si nous avions bien affaire aux eaux perdues de l'Iton; nous avons alors renouvelé l'expérience de coloration.

La solution de fluorescéine a été versée dans un bétoire en amont du pont de Villalet, le vendredi 5 août 1887, à 8 heures et demie du matin.

Des observateurs ont été placés au fond des puits des Boscherons et de Gaudreville, sur les bords de la rivière souterraine.

Le 6 août, à 5 heures du matin, l'eau était colorée dans le puits des Boscherons; le même jour, à 6 heures du soir, l'apparition de la coloration était constatée au puits de Gaudreville. Puis, le dimanche, l'eau de la source de la *Fosse-aux-Dames* était teintée.

Ainsi, pas de doute, les eaux perdues de l'Iton suivent le parcours du canal souterrain que nous avons découvert et que nous avons pu explorer sur une certaine partie de son parcours, soit au puits des Boscherons, soit à celui de Gaudreville.

Ainsi que nous l'avons dit, ce dernier a une cinquantaine de mètres de profondeur. Nous traversons d'abord une couche importante, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, de terrains argilo-siliceux renfermant de nombreux rognons de silex très ébouleux — aussi avons-nous dû boiser fort solidement cette partie, — puis nous rencontrons une couche de craie blanche de même épaisseur, très compacte et solide; puis, enfin, nous retrouvons le terrain de surface sur une hauteur de 5 à 6 mètres. A la base se rencontre un sable de rivière bien lavé.

La présence de deux couches identiques à l'orifice et à la base du puits est assez intéressante.

Fort probablement, nous avons rencontré une ancienne caverne, creusée par un courant dévié aujourd'hui de son cours, et comblée à l'aide de terrains de surface, à la suite d'un accident géologique assez difficile à expliquer.

De la base de ce puits nous avons ouvert une galerie, traversant sur une certaine longueur le même terrain; puis, de nouveau, nous nous sommes trouvés en pleine craie.

Deux galeries de recherches, partant de là dans diverses directions et indiquées sur les figures 4 et 5, nous ont amené : l'une sur une immense caverne éboulée, où des blocs de craie de 6 ou 8 mètres de côté se superposent irrégulièrement, à travers les interstices desquels nous avons pu pénétrer et constater le passage de la rivière souterraine; l'autre galerie nous a donné jour sur un canal naturel bien limité, d'une largeur de 3 ou 4 mètres, où coule une véritable rivière, qu'il nous a été facile d'explorer sur une certaine longueur.

Le sens du courant est perpendiculaire à l'axe de la vallée voisine, et va du coteau vers la vallée pour presque immédiatement former avec le

Digitized by Google

cours précédent, un angle brusque de 90 degrés placé dans le sens de la rivière supérieure et la suivre parallèlement.

Nous rappellerons que la seconde expérience de coloration nous a bien

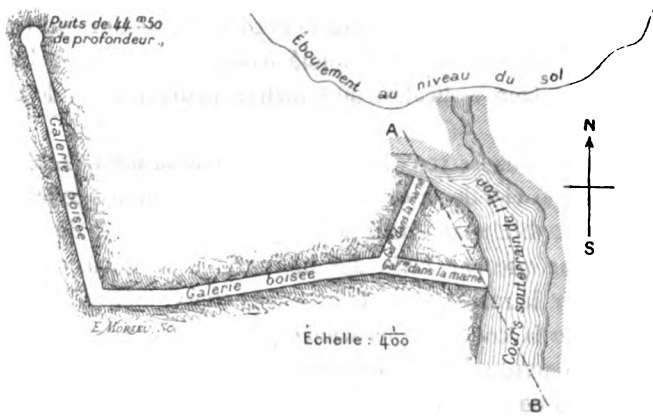


FIG. 4.

démontré que les eaux de cette rivière sont bien les mêmes que celles observées au puits des Boscherons et que celles de l'Iton se perdant en amont.

Nous ajouterons que le sol de la forêt est semé d'effondrements portant

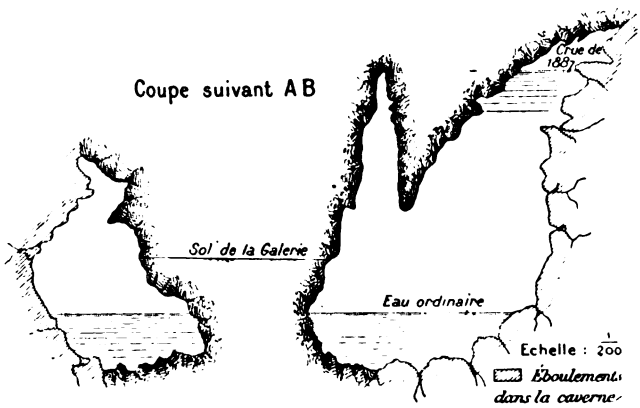


FIG. 5.

dans le pays le nom de *batoires* et suivant une direction bien indiquée, aboutissant à l'*Étang* de la *Bonneville*, point de réapparition des eaux perdues *(voir la carte générale)*.

Quelques-uns de ces effondrements sont considérables. Ainsi, l'un d'eux mesure plus de 120 mètres de diamètre et de 18 mètres de profondeur.

Digitized by Google

C'est une indication de l'immense capacité de la caverne qui lui a donné naissance.

Ces excavations ont la forme de cônes renversés.

Tout récemment, en 1880, l'un de ces effondrements s'est spontanément produit au mois de mars. Sur le bord d'un chemin qui traverse la forêt, le terrain s'est effondré et a donné naissance à un puits bien cylindrique, à parois bien verticales, de 6 mètres de diamètre et de 20 mètres de profondeur.

Nous avions là sous les yeux le mode de formation des bétoires signalés.

Tout d'abord le ciel de la caverne s'effondre. La mince couche crétacée qui le surmonte diminuant petit à petit, tant par suite de l'action du courant intérieur que par celle des infiltrations de surface, n'a plus la force de soutenir la masse de sable grossier ocreux, mêlé d'argile, de silex bruts, qui forme la couche superficielle où le puits se produit. Le temps accomplit son œuvre : les bords du puits subissent des érosions continuelles et le cylindre devient cône.

Tels sont, Messieurs, les phénomènes dont je voulais vous entretenir, phénomènes observés sur trois rivières : la Rille, l'Avre, l'Iton, toutes traversant le département de l'Eure et prenant naissance dans un rayon très restreint, dans le massif du *Perche*.

Nous avons pensé que nos observations et que nos expériences présenteraient suffisamment d'intérêt pour faire l'objet d'une communication à votre Section de Géologie.

M. Gustave GIN

Ingénieur civil, à Paris.

DES OCRES

— Séance du 13 août 1894 —

GÉNÉRALITÉS

De toutes les matières colorantes, les ocres sont les plus universellement employées; elles sont les plus fixes, les plus inaltérables sous l'action de la lumière et des agents atmosphériques; leur innocuité est

Digitized by Google

parfaite, et la diversité des nuances qu'elles comportent les font se prêter aux applications les plus variées.

La France en produit annuellement près de *quarante mille tonnes*, dont elle exporte presque la moitié.

Les chiffres officiels fournis par le Ministère du Commerce sont :

1891. . . .	16.857.254	kilogrammes;
1892. . . .	17.318.450	—
1893. . . .	16.847.607	—

représentant, pour chaque année, un peu plus d'un million de francs.

CLASSIFICATION DES OCRES

Les ocres portent des dénominations diverses, suivant l'origine, la composition, la nuance.

Pratiquement, on distingue :

Les *ocres jaunes*,
Les *ocres rouges*,
Les *ocres brunes*.

Les *ocres jaunes* sont des argiles colorées en jaune par du peroxyde de fer hydraté (*Limonite* $2Fe^2O^3.3H^2O$); on les rencontre dans le commerce sous le nom d'*ocre jaune, ocre d'or, ocre de ru, terre d'Italie*, etc.

Les *ocres rouges* sont des variétés terreuses d'*hématite* (Fe^2O^3) ou peroxyde de fer anhydre; lorsque leur coloration rouge est naturelle, elles sont dénommées *sanguine, terre bolaire, terra rosa d'Italie*, etc.; lorsque la nuance rouge est obtenue par la calcination des ocres jaunes, les produits ainsi fabriqués sont connus sous les appellations de *rouge d'Anvers, de Venise, de Prusse, d'Angleterre*, etc.

On désigne sous le nom impropre de *minium de fer* une ocre rouge riche en peroxyde de fer (35 à 70 0/0); c'est de la limonite peu argileuse, qui a été calcinée et réduite en poudre impalpable.

Les *ocres brunes* doivent leurs nuances foncées à une proportion assez variable de *pyrolusite* (MnO^2) ou peroxyde de manganèse, dont la teinte noire s'alliant avec la couleur rouge du peroxyde de fer produit toute une gamme de bruns les plus divers. On les connaît sous les dénominations de *brun Van Dyck, terre de Sienne, terre d'ombre, terres à décors*, etc.

Enfin, on fabrique encore des ocres artificielles, souvent appelées *couleurs Mars*, en précipitant une solution de sulfate de fer par la chaux, ou un mélange de sulfate de fer et d'alun par le carbonate de soude, ou encore, en transformant par calcination le sulfate de protoxyde de fer en

Digitized by Google

sulfate basique de sesquioxyde. On obtient ainsi les *jaunes, orangés, rouges et violets Mars* avec les nuances *capucine et chair*, employées pour la décoration sur porcelaine, et qu'on retrouve si vives encore, sur les anciennes faïences à l'œillet, au coq, qui ornaient les buffets des vieilles maisons du nord de la France.

Ces ocres artificielles sont plus belles et plus transparentes que les ocres naturelles, mais leur grand prix les fait réserver au seul usage des artistes.

On confond souvent avec les ocres brunes, des couleurs minérales dites *terres de Cassel, de Cologne*: ce sont des *lignites terreux* décomposés, dont la coloration est due à des matières ulmiques.

COMPOSITION CHIMIQUE DES OCRES.

La composition chimique des ocres comporte toujours un mélange d'hydrosilicate d'alumine avec du peroxyde de fer, et quelquefois de l'oxyde de manganèse; à ces substances s'ajoutent ordinairement de la silice non combinée et du sable quartzeux, ainsi que toutes les impuretés que peuvent renfermer les argiles.

La teneur en oxyde de fer est très variable dans les produits commerciaux.

En règle générale, l'intensité et la pureté des nuances dépendent beaucoup de la proportion d'oxyde de fer.

Cependant, s'il est permis d'affirmer que la richesse en fer est l'indispensable facteur du pouvoir colorant, tout au moins peut-on établir qu'il n'y a pas proportionnalité. Ainsi, M. Clouët, professeur à l'École de Médecine de Rouen, cite des analyses d'ocres de la Nièvre, titrant seulement 2,61 0/0 de peroxyde de fer; M. Violette, dans son *Dictionnaire des Analyses chimiques*, reproduit un dosage d'ocres de la Nouvelle-Zélande contenant 3,15 0/0 d'oxyde de fer; nous avons nous-mêmes analysé des échantillons de silice naturellement impalpable, qui nous avaient été remis par M. Loreau de Saint-Quentin et provenant d'Hombliières; cette silice dosait seulement 2 à 4 0/0 d'oxyde de fer et donnait par calcination une poudre assez fortement colorée.

Généralement, les ocres naturelles ne sont commercialement utilisables que lorsque la teneur en oxyde de fer atteint 9 à 10 0/0.

Pour les ocres brunes, il n'est pas nécessaire d'atteindre un fort dosage en oxyde de manganèse, pour obtenir des produits marchands.

Nous avons réuni dans le tableau ci-contre un certain nombre d'analyses-types d'ocres provenant de gisements connus, ainsi que les dosages de quelques-uns des échantillons que nous avons nous-mêmes recueillis dans le Boulonnais et dans le Pays de Caux.

Digitized by Google

ANALYSES D'OCRES DIVERSES

NATURE ET PROVENANCE DES ÉCHANTILLONS	Oxyde de fer Fe^2O^3.	Oxyde de manganèse (MnO^2).	Silice.	Alumine.	Chaux.	Divers.	Eau et pertes.	Chimistes.
Minium de fer (Ardèche). .	73,60	»	15,80	6,10	0,10	»	4,40	Woolf.
Id. (éch^on com.).	69 »	»	16,70	8,10	0,60	»	5,60	Gin.
Limonite (Hayanges)	65 »	»	8,20	3,60	5,30	»	17,35	Jagnaux.
Hématite brune (Dax). . . .	70 »	1,50	14,50		»	»	13,25	Id.
Limonite (Outréau)	52 »	0,30	27,50	5,80	»	»	11,30	Gin.
Id. (Bas-Boulonnais) .	56,40	0,10	25,70	3,90	»	»	13,80	Id.
Ocres de Pourrain (Yonne) .	20,58	»	65,34	9,03	5,65	»	1 »	Clouët.
Ocre du Cher.	23,10	»	43,15	22,65	»	»	10,64	Jagnaux.
O. de la Berjaterie (Nièvre).	26,6	»	»	»	»	FeO,OO^2 64,4	9 »	Berthier.
O. de la Nouvelle-Zélande.	32 »	»	49 »	2 »	4 »		13 »	Vicat.
O. de Toucy (Yonne). . . .	17,40	0,20	58,10	14,30	3 »	»	6,90	Gin.
O. de Gargas (Vaucluse) . .	21,10	0,10	44,60	16,10	»	»	8,10	Guignet.
O. de Forge du Cuzorn (L.-et-G.)	29,40	0,90	40 »	19,70	»	»	10 »	Berthier.
Comptoir des O. de Bourgogne. .	13 »	»	51 »	25 »	1 »	»	10 »	Gin.
O. du Verval (Pas-de-Calais).	14,10	0,10	52,10	22 »	0,30	»	10,90	Id.
Id.	11,40	0,20	55,40	21 »	0,40	»	11,60	Id.
Id.	14,40	0,10	50,20	21,60	0,29	»	13 50	Id.
O. du Pays de Caux (S.-Ire).	4,70	0,10	69,60	11,40	»	»	10,20	Id.
Id.	11,30	»	58,70	14,90	0,20	»	14,90	Id.
Terre de Lasseus à Monts-en-	7,50	2,90	50,80	25,30	0,70	»	11,60	Id.
Ternois (Pas-de-Calais) . .	6,90	2,20	52 »	23,80	2,40	»	13,50	Id.

FORMATION GÉOLOGIQUE DES OCRES

Le fer à l'état d'oxydes est répandu en abondance et sur de grandes étendues à la surface de la terre ; les minerais de fer se rencontrent dans toutes les formations géologiques.

Les minerais les plus riches sont réservés pour la métallurgie, les variétés terreuses et argileuses servent seules pour la fabrication des ocres.

On rencontre des minerais utilisables pour cet emploi dans tous les étages géologiques.

Digitized by Google

C'est ainsi que le *silurien* fournit les limonites de Bourberouge dans le Cotentin, de Pazzano en Calabre; le *dévonien* renferme les *hématites rouges du Nassau*, du *Devonshire*. Dans les *terrains secondaires*, on trouve dans le *trias*, les *hématites cloisonnées manganésifères* du Gard et de l'Ardèche; dans l'*oxfordien*, les *limonites calloviennes* des Ardennes et de la Voulte, les ocres de la Puysaie, etc.

La période *tertiaire* est caractérisée par de nombreuses émissions ferrugineuses; son début est marqué par la formation des *argiles à silex*, dont les types ferrugineux constituent les gisements d'ocres du Pays de Caux, de la Somme et du Boulonnais.

C'est encore à la période tertiaire qu'il faut rapporter les ocres du Vaucluse et les gisements d'hématite de Bilbao.

Comme on le voit, les formations ocreuses ne manquent pas, le tout est d'en tirer parti.

Nous n'envisagerons, au point de vue géologique, d'autres gisements que ceux que nous avons pu étudier particulièrement.

Ces formations résultent de phénomènes de dissolution et d'actions chimiques, qui ont eu leur maximum d'intensité pendant l'ère tertiaire et dont la plupart se continuent incessamment à l'époque actuelle.

Ces gisements peuvent se diviser ainsi :

1° *Dépôts par dissolution et précipitation;*
2° *Dépôts par enrichissement;*
3° *Dépôts par imprégnation.*

Voyons quels sont les phénomènes qui entrent en jeu pour aboutir à la formation de ces dépôts.

Action des eaux. — Le fer est facilement altérable sous l'action des eaux météoriques ou souterraines, à la faveur de l'acide carbonique ou des acides organiques qu'elles contiennent.

L'eau chargée d'acide carbonique attaque les composés du fer, pour former du carbonate de fer, qui reste en dissolution en présence d'un excès d'acide carbonique. Si cet acide carbonique, qui favorise la dissolution, vient à disparaître, soit en formant du bicarbonate de chaux au contact d'une roche calcaire, soit en se dégageant simplement dans l'atmosphère, il y a précipitation du carbonate de fer, qui pourra rester inaltéré s'il est ultérieurement recouvert d'un manteau protecteur non oxydant, ou qui s'oxydera en perdant son acide carbonique, et donnant naissance à de la *limonite* ou de l'*hématite*, suivant les circonstances de la formation.

Il est bien entendu que, dans cette étude, nous bornons nos investigations au mode de formation des dépôts actuels, sans chercher à justifier

Digitized by Google

ni expliquer la présence du fer dans les éléments massifs ou détritiques soumis à l'action des eaux.

L'action des eaux carboniquées nous explique donc une première formation des *dépôts par précipitation;* mais il est d'autres acides qui facilitent l'action dissolvante des eaux, tel est, par exemple, l'*acide crénique.* Cet acide organique se forme pendant la décomposition des matières végétales superficielles et donne naissance à un sel de fer soluble dans l'eau : c'est à l'état de *crénate* que l'on trouve le fer dans les eaux ferrugineuses de Forges, Bussang, Provins.

Ces phénomènes de dissolution ont été étudiés par M. Daubrée, qui a montré que la précipitation du fer se produit ensuite par l'oxydation atmosphérique.

Action des organismes. — Les organismes et les plantes qui vivent au sein des eaux ont le pouvoir de fixer les éléments qui y sont en dissolution ou en suspension. Ehrenberg a montré qu'une petite algue *(gallionella ferruginea)* a le pouvoir de précipiter le fer existant dans les eaux en solutions diluées.

Ainsi, d'une part, le fer est fixé par les organismes et vient former des sédiments après leur destruction ; d'autre part, certaines plantes le précipitent directement de ses solutions.

Ces actions organiques contribuent ainsi à la formation dans les eaux stagnantes des lits ferrugineux dits *minerais lacustres ou des marais.*

Citons à ce sujet un passage de l'*Étude industrielle des gîtes métallifères,* par M. G. Moreau :

« Les gisements de fer provenant d'une précipitation carbonatée ou limoniteuse se présentent souvent à l'état d'hématite, résultant d'une modification ultérieure de ces deux substances. La limonite se déshydrate; le carbonate s'oxyde et perd son acide carbonique ; on a souvent rencontré des hématites présentant la forme extérieure de la sidérose (pseudomorphose).

» La transformation des dépôts en hématite brune est facile à expliquer, tandis qu'il est moins aisé de déterminer les conditions qui ont fait apparaître l'hématite rouge. Sénarmont a établi cependant que vers 200 degrés une dissolution de chlorure de fer peut déposer de l'oxyde anhydre. sous l'action lente du carbonate de chaux ou de soude. Bischof admet que l'hématite rouge provient toujours de l'hématite brune, tandis que Haidinger affirme qu'elle peut se produire directement dans l'altération de la sidérose.

» Au sujet de l'influence des matières végétales dans les précipitations ferrugineuses, il n'est pas sans intérêt de citer la curieuse opinion du Dr Newberry. Partout où les solutions de sels de fer sont exposées à l'air et absorbent l'oxygène, le fer est converti en sesquioxyde de fer hydraté. Dans les sources ferrugineuses, il se produit une ocre jaune ; dans les marais et les étangs naissent des pellicules irisées qui se brisent et tombent au fond. Si ces pellicules viennent en contact avec des matières organiques en fermentation, elles perdent

Digitized by Google

une partie de leur oxygène, qui s'unit avec le carbone pour former de l'acide carbonique, qui se dégage en bulles. Le sel repasse à l'état de proto-sel soluble, absorbe d'autre oxygène et le cède de nouveau à la matière organique, jusqu'à ce que celle-ci soit épuisée. *Alors seulement se forme le précipité de limonite ou minerai des marais.* »

Les phénomènes que nous avons observés dans les eaux ferrugineuses qui ruissellent un peu partout, sur le territoire de Lottinghem (Bas-Boulonnais) semblent bien confirmer la théorie intéressante que l'on vient de lire. La formation des pellicules irisées, leur précipitation, le dégagement des bulles, se produisent d'une façon manifeste, et l'on ne constate qu'un très faible dépôt de limonite, dans les parties où existent des accumulations de végétaux en pourriture, tandis que ce dépôt est intense dans les parties où les eaux, coulant sur des cailloux, sont privées de végétation et d'amas organiques.

Nous avons exposé différentes hypothèses relativement aux phénomènes qui agissent, souvent concurremment, pour produire les *dépôts par dissolution et précipitation;* nous allons maintenant examiner quelle est cette action, dans le cas de *dépôts par enrichissement*, desquels relèvent les argiles ocreuses du Boulonnais, de la Somme et du pays de Caux.

Ces dépôts doivent leur formation à l'altération par les eaux météoriques, de la partie superficielle de couches crétacées dans lesquelles le fer préexistait.

Ces gisements se rencontrent dans la formation dite de l'*argile à silex* que M. de Lapparent attribue à une action thermale, tandis que M. Gosselet la rapporte, avec plus de vraisemblance, à la simple action dissolvante des eaux atmosphériques.

Comme nous l'avons dit, l'eau de pluie a un pouvoir dissolvant très appréciable, dû à l'oxygène et à l'acide carbonique dont elle s'est chargée dans l'atmosphère, en même temps qu'aux acides organiques qu'elle emprunte au sol.

Cet eau traversant une couche calcaire, dissout le carbonate de chaux en le faisant passer à l'état de bicarbonate et laisse inaltérées les particules siliceuses ou argileuses, en même temps que l'oxyde de fer, qui ne peut se dissoudre en présence du carbonate de chaux.

L'argile à silex est le résidu d'une telle dissolution, qui se serait accomplie pendant les périodes d'émersion qui ont inauguré l'ère tertiaire.

Les précipitations atmosphériques réunies dans les dépressions de la surface, filtrées par les agglomérations de silex accumulés dans ces dépressions, ont produit dans la masse calcaire superficielle ces ravinements profonds, ces poches bizarres et caractéristiques que remplit le résidu insoluble, toujours argileux ou siliceux, et qui pourra être riche en oxyde

Digitized by Google

de fer, si telle était la composition primitive de la roche mère attaquée.

Sous l'influence de l'oxygène en dissolution dans le liquide dissolvant, les éléments ferrugineux se sont *suroxydés* peu à peu jusqu'à la *rubéfaction* qui caractérise les argiles ocreuses des régions que nous avons citées.

Cette formation de l'argile à silex n'existe pas partout, mais seulement en auréole sur les limites de la formation éocène. M. Gosselet s'est particulièrement intéressé à l'étude de ces poches curieuses, et il est parvenu, après de longues observations, à discerner et expliquer les circonstances de leur creusement, dont M. Boussinesq a établi la théorie mécanique.

On peut observer que les poches de l'argile à silex ne renferment pas toujours des matières ferrugineuses : dans les environs de Vervins, elles contiennent des argiles verdâtres empâtant de nombreux silex ; dans l'Eure, elles sont remplies par des sables kaoliniques exempts de fer et sans silex.

Nous sommes beaucoup moins fixé sur les dépôts *par imprégnation;* voici comment nous essayons de les expliquer :

Si deux couches d'argile sont superposées et que l'inférieure soit calcaire, le lavage par les eaux d'infiltration produira le résultat suivant : l'eau dissoudra l'oxyde de fer dans la couche supérieure et l'apportera à la couche inférieure, où cet oxyde de fer se précipitera, ne pouvant rester en dissolution en présence du carbonate de chaux, lequel sera dissous à son tour par les eaux carboniquées. Dans ces conditions, il y aura appauvrissement progressif de la couche supérieure et enrichissement continu de la couche inférieure par imprégnation.

Telle nous semble être l'explication de la présence des bancs d'argiles roses que l'on rencontre sous les sables ou les argiles blanches dans le pays de Bray ou dans le Bas-Boulonnais.

Mais à quoi attribuer le bariolage de ces argiles? Si l'hypothèse que nous avons présentée est exacte, il faudrait supposer que l'eau d'imprégnation, en arrivant dans le niveau susceptible d'enrichissement, a trouvé là, non une argile homogène et nettement stratifiée, mais une sorte de conglomérat calcaire ou marneux à empâtement argileux, et que l'imprégnation s'est localisée et concentrée dans les parties calcarifères, en laissant inaltérée la partie purement argileuse. Si cette explication n'est pas vraie, il faudrait attribuer l'enrichissement de ces argiles bariolées à des émanations thermales.

Il existe de ces argiles ferrugineuses dans le wealdien, entre Forges et Beauvais (Pays de Bray).

Nous en avons rencontré dans le Bas-Boulonnais qui sont susceptibles de donner des sanguines de premier choix. Ces bancs d'argiles roses, à coloration franche ou bariolée, doivent être rapportés au wealdien également; du moins, pour les gisements observés à Rupembert, Nesles, etc...

Digitized by Google

M. Rebergue, de Boulogne, nous a signalé un gisement de ces mêmes argiles, à Brunembert; il le classe dans le purbeckien; peut-être a-t-il fait erreur et aurait-il dû le placer également dans le wealdien.

ESSAIS DES OCRES.

La valeur commerciale d'une ocre dépend de la richesse et de l'intensité de son pouvoir colorant et de l'état plus ou moins impalpable dans lequel elle est obtenue.

Après avoir étudié un gisement au point de vue du cube à exploiter et des conditions plus ou moins favorables d'exploitation, il convient de soumettre les échantillons prélevés à des essais ayant pour but la détermination des *rendements en quantité et en qualité*.

Ces évaluations comportent les opérations suivantes :

Examen physique	Séparation de l'impalpable, Classement de nuance, Évaluation colorimétrique.
Examen chimique	Dosage en oxydes Fe^2O^3 ou MnO^2, Analyse complète.

La séparation de l'impalpable peut se faire directement, en délayant dans l'eau un échantillon moyen de 50 ou 100 grammes d'argile ocreuse et lavant le dépôt par des décantations successives, jusqu'à ce qu'il ne reste plus au fond de la capsule que du sable. On recueille ce sable sur un filtre, on sèche à 100 degrés et on pèse; par différence, on a le poids de matière impalpable emportée par les eaux de décantation.

Dans certains cas, l'argile et l'oxyde de fer enrobent les grains quartzeux avec assez de cohésion pour que l'opération indiquée devienne difficile et longue.

Mais si l'on veut juger du rendement en quantité de tout un gisement, c'est-à-dire déterminer avec une approximation rassurante la quantité de matière impalpable, *commercialement utilisable*, que l'on peut tirer du cube de matière brute révélé par les sondages, il faut alors répéter l'opération que nous venons d'indiquer un très grand nombre de fois, ou opérer sur un échantillon moyen considérable.

Dans ce cas, on peut se servir d'un appareil à lévigation méthodique (*Schulze, Noëbel* ou autre) pour réaliser mécaniquement la séparation des graviers et éléments quartzeux avec les particules impalpables.

Cette question ne présente aucune difficulté, mais elle est fastidieuse quand on veut opérer sur un grand nombre d'échantillons.

Digitized by Google

Nous conseillerons alors d'appliquer le procédé expéditif de M. Cawalewski, de Brunn, qui nous a été indiqué par M. E. Bourry. Ce procédé peut s'appliquer simultanément à de nombreux échantillons; il est rapide et simple :

On prend de 2 à 5 grammes de l'argile à essayer et on les met dans une éprouvette de 200 centimètres cubes, graduée par divisions d'un cinquième de centimètre cube. On y ajoute de l'eau jusqu'à la division 100, et on agite jusqu'à ce que l'argile se soit complètement délayée. D'autre part, on prend une dissolution de *violet de méthyle* au deux-millième, c'est-à-dire contenant deux volumes de substance tinctoriale pour mille d'eau; on en verse une ou deux gouttes dans l'éprouvette et on achève de remplir celle-ci jusqu'à la division 200. On agite de nouveau pour bien mélanger le tout, puis on laisse reposer pendant dix ou douze heures. En examinant le dépôt qui s'est formé, on observe d'abord à la partie inférieure une couche, peu colorée ou d'un gris bleuâtre très clair, qui correspond au sable grenu contenu dans l'ocre. Au-dessus se trouve une couche ordinairement plus épaisse ayant une coloration grise à reflets bleuâtres, composée du sable fin. Et enfin, à la partie supérieure, une dernière couche d'une coloration intense qui est l'argile ocreuse proprement dite.

Les graduations correspondantes à ces différentes couches indiquent la hauteur de chacune d'elles, et conséquemment la proportion de sable fin et grenu et d'ocre contenue dans la matière brute essayée. Les chiffres des graduations n'ont, bien entendu, aucune valeur absolue, et ne correspondent pas à la composition réelle, car les couches inférieures sont plus denses que les supérieures; mais si l'on a eu soin d'établir, par les méthodes exactes, une gradation de types dont on aura noté les résultats par la méthode de M. Cawalewski, une simple comparaison suffira pour se rendre un compte approximatif du rendement de l'ocre essayée.

Le rendement en produit impalpable étant déterminé, il s'agit maintenant de juger de la valeur colorante de ce produit.

Dans une couleur, il faut distinguer :

1° La *nature* de la couleur, qui peut être simple ou composée (*jaune, rouge, brun*, pour les ocres);

2° La *nuance*, qui peut varier par l'addition d'une autre couleur;

3° Le *ton* ou l'*intensité*. Le ton d'une couleur est d'autant plus faible qu'elle est plus mélangée de blanc; il est d'autant plus *rabattu* que cette couleur est plus mélangée de noir.

On peut ainsi, pour chaque couleur, composer des *gammes* de tons affaiblis ou rabattus, par additions successives de blanc ou de noir.

La couleur d'une ocre est la résultante des couleurs de la limonite (jaune), de l'hématite (rouge) et de l'oxyde de manganèse (brun) qui

Digitized by Google

entrent séparément ou simultanément dans la composition des ocres naturelles.

Au surplus, le ton d'une ocre peut être affaibli, terni ou rabattu par la présence de matières étrangères : carbonate de chaux, argile, etc.

Le commerce n'admet guère que les jaune et rouge francs, mais il emploie toute la gamme des bruns, sous le nom générique de *terres à décors*.

Quoi qu'il en soit, on peut se proposer de déterminer exactement la nuance et le ton d'une ocre ; voici comment on pourrait s'y prendre :

1° Établir une gamme comprenant les couleurs franches jaune et rouge et les nuances obtenues par leur mélange, en ajoutant successivement au jaune pur un dixième, deux dixièmes, trois dixièmes, etc. de rouge, le onzième terme étant ainsi le rouge pur.

Les termes successifs seront :

$$J^{10}R^{0} — J^{9}R^{1} — J^{8}R^{2} \ldots\ldots J^{1}R^{9} — J^{0}R^{10}$$

Les termes extrêmes seraient choisis, non dans des ocres du commerce, mais proviendraient de produits chimiquement purs et parfaitement porphyrisés.

Pour le jaune, on prendrait du sesquioxyde de fer hydraté pur, obtenu en précipitant le chlorure ferrique par l'ammoniaque, et on choisirait comme rouge type du colcothar lavé obtenu par la calcination de l'azotate de fer.

2° On établirait les gammes des tons affaiblis et rabattus correspondant à chaque nuance de la première planche.

Pour affaiblir les tons, on ajouterait successivement un dixième, deux dixièmes.... neuf dixièmes de blanc. Pour se rapprocher de la nature, on pourrait employer, comme *blanc à charger*, un mélange de huit parties de kaolin et deux parties de carbonate de chaux chimiquement purs et porphyrisés à la molette.

Pour rabattre les tons, au lieu de se servir de noir, on emploierait le bioxyde de manganèse pur.

On obtiendrait ainsi onze gammes de vingt et un termes chacun, débutant par le blanc et finissant par le brun foncé du bioxyde de manganèse.

Pour désigner tous les tons obtenus, on pourrait faire précéder ou suivre le symbole de la nuance originelle d'un coefficient indiquant la proportion de nuance pure; les termes de la gamme des tons affaiblis seraient ainsi :

$$0(J^{n}R^{10-n}) = \text{blanc} — 1(J^{n}R^{10-n}) — 2(J^{n}R^{10-n}) \ldots (J^{n}R^{10-n})$$

Digitized by Google

Les termes de la gamme des tons rabattus seraient représentés par :

$$(J^nR^{10-n})^{10} - (J^nR^{10-n})^9 \ldots (J^nR^{10-n})^0 = \text{brun pur.}$$

On aurait ainsi, y compris le blanc et le brun maximum, deux cent onze tons différents.

L'ocre à essayer étant réduite en poudre bien impalpable, il serait peu difficile de la classer, par comparaison avec l'un des tons du tableau.

Cette classification précise n'a pas, du reste, une grande importance en pratique; elle n'a d'intérêt que pour la gamme des bruns. D'autre part, les fabricants n'ont, généralement, dans leurs gisements, que des produits peu variés, et ils arrivent rapidement à les différencier et à les classer exactement, par une appréciation toute machinale et en quelque sorte instinctive.

Le classement décrit ci-dessus donnerait une idée exacte de la nuance et de l'intensité colorimétrique, mais il suppose l'établissement préalable d'un tableau chromatique assez compliqué.

Nous trouvons, dans une brochure sur les ocres que nous avons sous les yeux (*Ocres*, par P. Hubert), un procédé expéditif proposé par M. Pagnoul.

Ce procédé consiste à prendre comme types une ocre jaune et une ocre rouge du commerce, de bonne qualité : on introduit 5 centigrammes de ces deux ocres dans des tubes en verre, avec 50 centimètres cubes d'eau, et les tubes sont scellés.

Pour faire l'essai d'une ocre quelconque, on prend un troisième tube, dans lequel on introduit un poids déterminé de la substance à essayer, et on ajoute de l'eau jusqu'à ce que, après agitation, la teinte apparente et l'opacité soient les mêmes, dans le tube d'essai et dans le tube témoin. Par un calcul simple, on détermine le rapport des pouvoirs colorants.

Nous pensons que ce procédé peut donner une évaluation assez approximative du pouvoir colorant, mais il est défectueux à certains points de vue.

En effet, l'opacité constatée dépend, comme l'intensité colorimétrique, de la coloration propre et de la ténuité des molécules, mais elle n'a qu'un rapport éloigné avec certaines conditions qui influent sur l'intensité de la couleur.

En effet, à ténuité égale, la *forme* des particules a une influence sur le pouvoir colorant : il est fort important qu'une couleur soit constituée de parcelles *aplaties*, *laminées;* ces particules s'imbriquent, se recouvrent les unes les autres comme les tuiles d'un toit, ce qui donne aux couleurs une vivacité et un éclat profond tout particulier.

Une couleur composée de particules *rondes*, *granulées*, manque d'éclat.

Digitized by Google

Aussi, en fabrication industrielle, faut-il toujours réaliser le broyage par *laminage et écrasement*, et non par *usure et roulement* (comme dans les tonnes de poudrerie, par exemple), car ce mode de broyage *éteint* les couleurs les plus vives.

Pour en terminer, disons que lorsqu'il n'y a pas d'équivoque sur la nuance d'une ocre, un procédé bien simple de mesure du pouvoir colorant consiste à délayer une quantité donnée de l'ocre-type dans de l'huile d'œillette blanchie, et à peindre une surface avec la peinture obtenue; on prend ensuite le même poids de l'ocre à essayer, et on la délaye dans la quantité d'huile nécessaire pour que la teinte obtenue sur la surface à couvrir soit exactement identique à la première; le rapport entre les surfaces peintes donne la mesure du pouvoir colorant.

Pour en finir avec l'examen physique des ocres, nous ajouterons qu'un produit commercial ne peut être considéré comme satisfaisant tant qu'il contient des particules quartzeuses, même très petites, car, par leur dureté et leurs arêtes vives, elles produisent sur les surfaces peintes des grains et des stries qu'il faut éviter.

ANALYSE DES OCRES

Nous décrirons les opérations que comporte l'analyse complète d'une argile ocreuse : si l'on se propose de doser uniquement l'oxyde de fer, il suffira de laisser de côté tous les dosages accessoires. Nous admettons que la séparation du sable quartzeux a été faite d'abord, la matière soumise à l'essai pourra contenir les corps suivants :

Oxyde de fer, oxyde de manganèse, silice, alumine, acide phosphorique, chaux et magnésie.

Et comme matières volatiles :

L'eau hygrométrique, l'eau combinée et l'acide carbonique.

On procédera de la manière suivante :

1° Détermination de l'eau hygrométrique;
2° Dosage de l'acide carbonique et de l'eau combinée;
3° Dissolution dans l'acide chlorhydrique;
Dosage de la silice;
4° Précipitation par l'ammoniaque :
Production d'un précipité *a* et d'une liqueur *b*;
5° Séparation dans le précipité *a* des oxydes de fer et de manganèse d'avec l'alumine et l'acide phosphorique :
Précipité *c* (Fe^2O^3 et MnO^2) et liqueur *d*;
6° Précipitation dans la liqueur *d* et dosages de l'alumine et de l'acide phosphorique;
7° Examen de la liqueur *b* :
Précipitation et dosages de la chaux et de la magnésie;
8° Séparation et dosage des oxydes de fer et de manganèse.

Digitized by Google

Nous ferons remarquer en passant que généralement, et notamment dans les ocres du Boulonnais et du Pays de Caux, on n'a pas à doser l'acide phosphorique ; quant à la chaux et à la magnésie, on en fait le dosage global, ou mieux on néglige la magnésie ; de même dans les ocres jaunes ou rouges de coloration franche, on ne se préoccupe pas de l'oxyde de manganèse.

Notre but est donc de montrer l'opération la plus compliquée : qui peut le plus peut le moins.

MARCHE DES OPÉRATIONS

1° *Détermination de l'eau hygrométrique.* — On prend cinq grammes d'ocre, on les chauffe à 100 degrés, après avoir taré. On pèse après dessiccation : la perte de poids représente l'*eau hygrométrique.*

2° *Dosage de l'acide carbonique et de l'eau combinée.* — On met cinq grammes d'ocre dans un creuset en platine, on tare, on calcine au rouge et on pèse. La perte représente l'eau hygrométrique, l'acide carbonique et l'eau combinée.

On introduit cinq grammes d'argile ocreuse dans un ballon muni d'un tube de sûreté et d'un tube de dégagement, qui plonge dans un flacon contenant une solution ammoniacale de chlorure de baryum ; il se précipite du carbonate de baryte que l'on redissout dans l'acide chlorhydrique et que l'on reprécipite sous forme de sulfate de baryte ; on filtre, on sèche, on pèse et on déduit l'acide carbonique, sachant que 100 de sulfate de baryte correspondent à 18,87 d'acide carbonique. On additionne l'eau hygrométrique trouvée à la première opération avec l'acide carbonique, on retranche de la perte trouvée à la deuxième calcination ; la différence représente le poids de l'eau combinée.

3° *Dissolution dans l'acide chlorhydrique. — Dosage de la silice.* — On mélange intimement trois grammes d'ocre avec douze grammes de bicarbonate de soude et on chauffe dans un creuset de platine, jusqu'à fusion complète de la masse. Lorsque l'attaque est terminée, on lessive avec de l'acide chlorhydrique très étendu, en mettant le creuset et sa spatule dans la capsule en porcelaine. On lave le creuset au-dessus de la capsule et on évapore à siccité. Le résidu est repris par l'acide chlorhydrique, on étend d'eau, on fait bouillir, on laisse reposer et on filtre ; on reçoit la silice sur un filtre taré, on lave, on sèche et on pèse. On a ainsi la *silice.*

4° *Précipitation par l'ammoniaque : production d'un précipité* **a** *et d'une liqueur* **b**. — On ajoute à la liqueur filtrée de l'ammoniaque, et on fait bouillir : les oxydes de fer et de manganèse, l'alumine et l'acide phosphorique se précipitent. On laisse déposer, on filtre et on lave ; on a ainsi un précipité *a* et une liqueur *b.*

5° *Précipité* **a**. — On sèche, on calcine et on pèse le précipité *a* ; on le met dans un creuset d'argent avec quatre fois son poids de potasse ; on chauffe au rouge jusqu'à fusion parfaite ; on laisse refroidir et on lessive à l'eau distillée ; on recueille les eaux de lavage du creuset et de la spatule dans la capsule en porcelaine ; on fait bouillir, on laisse reposer, on filtre et on lave le précipité *c*

Digitized by Google

(oxydes de fer et de manganèse). L'alumine et l'acide phosphorique restent en dissolution dans la liqueur *d*.

6° *Liqueur* **d**. — On l'amène à un volume déterminé dans une éprouvette graduée et on la divise en deux parties égales *d'* et *d''*.

On sature *d'* d'acide chlorhydrique et on précipite par l'ammoniaque, l'alumine et l'acide phosphorique ; on fait bouillir, on filtre, on lave, on sèche, on calcine et on pèse.

On fait la même opération pour *d''*, jusqu'au lavage du précipité inclus ; on le redissout avec de l'eau acidulée et on lave soigneusement.

Dans la liqueur on ajoute une dissolution ammoniacale de citrate de magnésie ; l'acide phosphorique se précipite au bout de six heures, sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien ; on fait bouillir, on filtre, on sèche, on calcine et on pèse.

Le poids du pyrophosphate de magnésie trouvé multiplié par 0,6396 le poids de l'*acide phosphorique*.

En retranchant ce poids de celui du premier précipité on a pa celui de l'*alumine*.

On additionne les poids trouvés pour l'alumine et l'acid retranchant le total du poids du précipité *a*, on a le poid *fer et de manganèse*, ou celui de l'*oxyde de fer*, si l' manganèse :

7° *Liqueur* **d**. — On ajoute à la liqueur *d* fait bouillir ; la chaux se précipite à l'éta on lave le précipité, on le sèche et on pesée donne la *chaux*.

Dans la liqueur filtrée, rédu ration, on ajoute une soluti on laisse reposer douze phate ammoniaco-m poids de pyrophos de la *magnésie*.

8° *Sépar* l'acide chl nèse ; on neu de carbonate de s instant et on laisse r liqueurs décantées, on re

La liqueur décantée contie

Dans la liqueur décantée on p agite, on laisse reposer, on filtre et

On précipite la liqueur filtrée par manganèse est filtré, séché, calciné ; on et, en multipliant par 1,139, on a le poids co s'obtient par différence ou directement sans difficu

Quand on ne veut doser que le fer, sans s'inquiéter qu'il importe généralement peu de connaître, on peut en mode d'analyse beaucoup plus rapide, la méthode de M.

Digitized by Google

ainsi nommé par
ıâle, est un véritable
-, aux *Macaques* dont

n'avait nulle part trouvé
Serrat-d'en-Vacquer.
rance des restes importants.
u *Dolichopithèque* au Muséum
s mandibules et cinq ou six
ıntité d'os des membres.
un bassin et une série complète

oint où j'ai trouvé des singes; j'ai
: des environs d'Elne, une mandibule
offerte par M. Chantrelle.

S CARNASSIERS

LE DES FÉLIDÉS

ıp.

v. — Ce grand Chat était certainement le plus
jamais paru sur notre globe. Ses énormes canines
ıard, étaient bien une arme capable de déchirer la
mes et des grands *ruminants* ses contemporains. Je
ɜrus, un radius et un cubitus provenant d'un même
un second cubitus, un métatarsien et une phalange

ɜrché la dentition de cette espèce.

ıs.

ıiculata. — Il existait aussi des Chats très voisins des espèces
ın une demi-mandibule voisine par les caractères dentaires du
ata actuel de l'Afrique du Nord.

ınre Caracal, Gray.

ıl brevirostris, Cr. et Job. — Le groupe des *Lynx* des pays chauds était
ent représenté en Roussillon par un animal très voisin du *Caracal* actuel
ıque, je possède de lui la demi-mâchoire supérieure, la mandibule com-
e, ainsi qu'un radius et deux cubitus.

Digitized by Google

M. le Dr Albert DONNEZAN

Correspondant du Muséum d'Histoire naturelle de Paris, à Perpignan.

DÉCOUVERTES DE VERTÉBRÉS FOSSILES FAITES DANS LES ENVIRONS DE PERPIGNAN

— Séance du 13 août 1894 —

Dans une série de communications présentées aux Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, à Toulouse et à Limoges, j'ai signalé les plus récentes découvertes faites dans le pliocène du Roussillon; de son côté, M. Depéret a communiqué au Congrès de Marseille la suite de ces découvertes.

Depuis cette époque les fouilles ont été continuées sans interruption, aidées en partie par la subvention que l'Association française a bien voulu m'accorder en 1892.

Le moment me paraît venu de résumer, dans ce travail, l'ensemble des documents aujourd'hui connus sur cette importante faune de Vertébrés pliocènes.

ÉTAT ACTUEL DES DÉCOUVERTES

Lorsque M. Depéret publiait, en 1885, la première monographie des animaux pliocènes du Roussillon, il signalait treize espèces de Vertébrés. Aujourd'hui nous en comptons plus de *quarante*, dont trente de mammifères, six d'oiseaux, trois de chéloniens et plusieurs autres de batraciens et de poissons.

Pour donner une idée aussi exacte que possible de nos richesses actuelles, je vais signaler, sans les décrire à fond, en empruntant la classification suivie par notre maître le professeur Depéret, les nombreuses espèces dont je possède les débris importants.

Ceux des lecteurs qui voudraient les étudier plus complètement en trouveront la description dans l'ouvrage de M. Depéret qui a pour titre : *Les Animaux pliocènes du Roussillon*, et qui est en cours de publication dans les *Annales de la Société géologique de France*, Paléontologie, 1890-93.

Digitized by Google

VERTÉBRÉS. — CLASSE DES MAMMIFÈRES

ORDRE DES SINGES

Genre Dolichopithecus, Dep., Gén.

Dolichopithecus ruscinensis, Dep., Sp. — Ce grand Singe, ainsi nommé par M. Depéret, à cause de l'allongement du museau chez le mâle, est un véritable passage des *Semnopithèques*, dont il a la tête et les dents, aux *Macaques* dont il a les membres.

Depuis les découvertes de M. Gaudry à Pikermi, on n'avait nulle part trouvé d'aussi nombreux débris que ceux que renfermait le *Serrat-d'en-Vacquer*.

Ce Singe est d'ailleurs le seul dont on ait trouvé en France des restes importants.

J'ai offert deux têtes complètes, mâle, et femelle, du *Dolichopithèque* au Muséum de Paris, il me reste encore trois têtes avec leurs mandibules et cinq ou six autres mâchoires isolées, ainsi qu'une grande quantité d'os des membres.

J'ai offert également au Muséum de Paris un bassin et une série complète des grands os des membres.

Le *Serrat-d'en-Vacquer* n'est pas le seul point où j'ai trouvé des singes; j'ai découvert récemment, dans une briqueterie des environs d'Elne, une mandibule de cet animal qui m'a été gracieusement offerte par M. Chantrelle.

ORDRE DES CARNASSIERS

FAMILLE DES FÉLIDÉS

Genre Machairodus, Kaup.

Machairodus cultridens, Cuv. — Ce grand Chat était certainement le plus redoutable carnassier qui ait jamais paru sur notre globe. Ses énormes canines acérées, en forme de poignard, étaient bien une arme capable de déchirer la peau épaisse des *Pachydermes* et des grands *ruminants* ses contemporains. Je possède de lui un humérus, un radius et un cubitus provenant d'un même individu et, en outre, un second cubitus, un métatarsien et une phalange d'autres sujets.

J'ai vainement cherché la dentition de cette espèce.

Genre Félis.

Félis aff. maniculata. — Il existait aussi des Chats très voisins des espèces actuelles, témoin une demi-mandibule voisine par les caractères dentaires du *Félis maniculata* actuel de l'Afrique du Nord.

Genre Caracal, Gray.

Caracal brevirostris, Cr. et Job. — Le groupe des *Lynx* des pays chauds était également représenté en Roussillon par un animal très voisin du *Caracal* actuel d'Afrique, je possède de lui la demi-mâchoire supérieure, la mandibule complète, ainsi qu'un radius et deux cubitus.

Digitized by Google

FAM. DES HYENIDES

Genre hyæna.

Hyæna arvernensis, Cr. et Job. (Race *pyrenaica*, Dep.). — J'ai eu le plaisir de découvrir, au *Serrat-d'en-Vacquer*, un maxillaire supérieur avec une demi-mandibule correspondante, d'une Hyène du groupe de l'Hyène rayée actuelle d'Afrique, dont elle diffère seulement; par ses molaires moins épaisses et un peu plus allongées et par le talon de la carnassière inférieure plus grand et plus détaché de la couronne.

La race du Roussillon se distingue de la race d'Auvergne par la pointe interne de la carnassière inférieure moins reculée en arrière, ce qui constitue une race locale pyrénéenne. J'ai retrouvé depuis une prémolaire inférieure isolée de la même espèce dans le gisement du Soler.

FAM. DES CANIDÉS

Genre Vulpes.

Vulpes Donnezani, Dep. — Depuis que le professeur Depéret a donné mon nom à cette espèce, en décrivant les caractères dentaires et les os des membres de ce petit Renard pliocène, j'ai découvert encore de nombreux débris de ce renard qui a dû être fort commun en Roussillon.

Ses caractères principaux consistent dans le grand développement des tuberculeuses, aux deux mâchoires, ainsi que par la forme de l'angle de la mandibule qui rapproche le *Vulpes Donnezani* de plusieurs renards américains, ainsi que du *Canis megamastoides* de Perrier.

FAM. DES VIVERRIDÉS

Genre Viverra.

Viverra Pepratxi, Dep. — M. Eugène Pépratx a recueilli au Mas-Belric, près Villeneuve-la-Raho, des fragments de mâchoires de cette espèce de la taille de la Civette d'Afrique, mais plus voisine du *Zibeth* de l'Inde par sa structure dentaire. Je n'ai pu trouver, dans aucun autre gisement du Roussillon, des débris de cette intéressante espèce.

FAM. DES URSIDÉS

Genre Ursus.

Ursus (Helarctos) arvernensis, Cr. et Job. — Le groupe intéressant des petits ours pliocènes, proches parents des Ours arboricoles actuels de l'archipel malais, était représenté en Roussillon par une race voisine de l'*Ursus arvernensis* de Perrier, mais différente par la structure, plus simple du type de ses molaires, qui se rapprochent davantage de celles des *Canidés*.

J'ai offert au Muséum de Paris un crâne à peu près entier, avec sa mandibule. Il me reste encore la demi-mandibule type de la race *Ruscinensis*, quelques dents isolées, et trois radius.

Digitized by Google

ORDRE DES INSECTIVORES

FAMILLE DES TALPIDÉS

Genre Talpa.

Talpa, Sp. — Jusqu'à ces derniers temps, je ne connaissais, en fait de débris de taupe, qu'un seul radius gauche d'un quart plus petit que celui de notre Taupe d'Europe.

J'ai recueilli récemment au Soler une demi-mandibule de la même espèce, mais malheureusement privée de la plus grande partie des molaires. Les caractères spécifiques de l'espèce pliocène restent donc encore à préciser.

FAM. DES SCORICIDÉS

Genre Sorex.

Sorex, Sp. — On peut en dire autant de la Musareigne dont j'ai découvert, au Serrat-d'en-Vacquer, un seul fragment de mandibule, qui parait indiquer le groupe des *Crocidura.*

ORDRE DES RONGEURS

FAM. DES HISTRICIDÉS

Genre Hystrix.

Hystrix primigenia, Gaudry. — Le Porc-épic a été assez abondant en Roussillon; M. Depéret a décrit deux demi-mandibules, quelques molaires supérieures et des incisives que j'avais recueillies, en premier lieu, au Serrat. J'y ai retrouvé, depuis, d'assez nombreuses pièces de cet animal, notamment des demi-mandibules et de nombreuses dents isolées. L'espèce beaucoup plus grande que les Porcs-épics actuels ressemble beaucoup à l'*Hystrix primigenia* de Pikermi.

FAM. DES CASTORIDÉS

Genre Castor.

Castor, Sp. — Le Castor est rare, mais il a sûrement existé en Roussillon, où sa présence est signalée par un seul fémur d'un tiers plus petit que celui du *Castor Fiber* actuel.

FAM. DES SCIURIDÉS

Genre Sciuroides, F. Major.

Sciuroides, Sp. — Je n'ai découvert de ce genre qu'une molaire inférieure et une molaire supérieure isolées, qui suffisent néanmoins à constater la présence si étrange d'un *Sciuroides* dans la faune pliocène de Perpignan, le genre est, en effet, caractéristique du terrain éocène et oligocène.

Digitized by Google

FAM. DES MURIDÉS

Genre Mus.

Mus Dònnezani, Dep. — Ce Rat atteignait à peu près la taille du *Mus Alexandrinus* actuel du Roussillon, dont il diffère par la bifidité très prononcée du lobe antérieur de la première molaire d'en bas.

M. Depéret a décrit un fragment de palais avec les deux premières molaires, une demi-mandibule avec ses trois molaires et quelques os des membres.

J'ai recueilli, depuis, de nombreux fragments de mâchoires qui complètent les échantillons que j'avais d'abord adressés à M. Depéret.

Je possède actuellement la dentition complète de plusieurs sujets et de nombreux os des membres.

Genre Trilophiomys, Dep.

Trilophiomys pyrenaicus, Dep. — Ce type entièrement nouveau de la famille des Muridés est caractérisé par la structure de ses molaires inférieures pourvues de trois crêtes transverses à la première et à la deuxième molaire.

Je possède aujourd'hui la dentition à peu près complète de plusieurs sujets.

Genre Cricetus.

Cricetus angustidens, Sp. — Cette espèce se rapproche par sa taille du Hamster commun d'Allemagne, dont il diffère par ses molaires inférieures plus étroites. Je n'avais d'abord recueilli au Serrat que deux demi-mandibules et des molaires isolées. Dans ces derniers temps, le gisement du Soler a fourni les restes d'un individu adulte presque entier, notamment : la mandibule complète, un fragment du palais, l'humérus, l'avant-bras, le bassin, le tibia, etc.

FAM. DES LAGOMYDÉS

Genre Lagomys.

Lagomys corsicanus, Cuv. — Le *Lagomys* a été le premier représentant de la petite faune que j'ai trouvée en Roussillon, dans les falaises du Soler.

La même espèce s'est retrouvée assez abondamment au Serrat-d'en-Vacquer.

On connait maintenant, de ce *Lagomys pliocène*, un magnifique palais complet, de très nombreuses mandibules et la plupart des os des membres.

Ce rongeur représentait, en Roussillon, le groupe des petits lièvres, aux courtes oreilles, actuellement réfugiés dans les steppes de l'Asie centrale.

FAM. DES LÉPORIDÉS

Genre Lepus.

Lepus, Sp. — Pendant longtemps je n'ai trouvé de ce genre qu'un fragment de palais dépourvu de ses molaires et une molaire inférieure isolée.

A l'heure actuelle, le gisement du Serrat a fourni une demi-mandibule et une belle série d'os des membres de cette petite espèce, plus voisine du lapin que du lièvre, et se rapprochant peut-être du *Lepus Lacosti* d'Auvergne.

Digitized by Google

FAM. INDÉTERMINÉE

Genre Ruscinomys, Dep.

Ruscinomys europæus. — M. Depéret a fait connaître, sous ce nom, un rongeur qu'il n'a pu rapprocher d'aucune forme connue, vivante ni fossile, sauf peut-être le *Ctenodactylus* de l'Atlas africain.

Le premier spécimen découvert était un fragment de mandibule avec la série des trois molaires et la branche montante qui continue presque, en arrière, la direction de la branche horizontale. Les molaires sont pourvues de racines distinctes, fait qui rapproche le *Ruscinomys* du groupe des *Myomorphes*.

J'ai récemment recueilli, au Serrat-d'en-Vacquer, de nouveaux fragments de la mâchoire supérieure avec les molaires en place, qui permettront d'étudier plus complètement les caractères dentaires de ce nouveau genre.

ORDRE DES PROBOSCIDIENS

FAM. DES ÉLÉPHANTIDES

Genre Mastodon.

Mastodon arvernensis, Croiz et Job. — Cette espèce est la plus anciennement connue parmi les mammifères fossiles du Roussillon. Le Dr Companyo avait réuni, depuis longtemps, au musée de la ville, une défense, en plusieurs fragments, et quelques gros os des membres, décrits en 1885 par M. Depéret; un fémur de la même espèce se trouvait entre les mains du Dr Bonafos, qui l'avait communiqué à Marcel de Serres. Cette pièce m'a été offerte généreusement par M. le Dr Lutrand.

Des molaires de ce mastodonte ont été recueillies en plusieurs endroits du Roussillon; à la citadelle de Perpignan, au Serrat-d'en-Vacquer, à la briqueterie Antoine Cavaillé. L'espèce est bien caractérisée par la forme arrondie et tout à fait omnivore des mamelons de ses molaires.

Parmi les pièces les plus importantes, je signalerai une défense de plus de deux mètres de long, des séries de molaires supérieures, des parties du cubitus, des côtes, un atlas, une rotule, une astragale, une phalange.

Mastodon Borsoni, Hays (1). — Le *Mastodon arvernensis* était, jusqu'à ces derniers temps, la seule espèce du genre connue en Roussillon. Tout dernièrement, M. Eugène Pépratx m'a signalé la découverte, dans les limons du Mas Belric, près Villeneuve-la-Raho, d'un crâne passablement déformé par la pression des terres, mais qui, après une préparation longue et délicate, s'est trouvé appartenir au *Mastodon Borsoni*, c'est-à-dire à un type à molaires formées de crêtes tranchantes, analogues à celles des Tapirs et, par suite, à dentition plus herbivore que dans le *Mastodon arvernensis*. J'ai pu reconstituer le palais presque entier, avec les deux dernières molaires en place de chaque côté, ainsi qu'une défense ou incisive supérieure, où l'on ne remarque aucune trace de bande d'émail.

(1) Voir la communication à l'Académie des Sciences (6 mars 1893).

Digitized by Google

J'ai signalé dans une note à l'Académie des Sciences la découverte de ce Mastodonte, qui était jusqu'ici inconnu dans tous les gisements pliocènes du midi de la France.

ORDRE DES PACHYDERMES

Genre Rhinocéros.

Rhinoceros Leptorhinus, Cuvier. — Le Rhinocéros est un animal relativement peu commun en Roussillon. Farines avait depuis longtemps recueilli à Trouillas une molaire supérieure isolée et quelques os qu'il avait justement rapportés à l'espèce des sables de Montpellier caractérisée par l'absence complète de cloison nasale ossifiée. M. Depéret a recueilli, plus tard, un os nasal caractéristique, à la briqueterie de M. Cavaillé, et une belle série de molaires supérieures qu'il a offertes au Muséum de Paris.

Enfin, les fouilles du Serrat-d'en-Vacquer ont livré quelques os des membres, en particulier un humérus, un fragment de cubitus, le calcanéum, l'onciforme et quelques autres os des pattes indiquant un animal de grande taille aux proportions allongées.

Genre Tapirus.

Tapirus arvernensis, Devèze et Bouillet. — La seule pièce connue du Tapir, en Roussillon, est une portion de crâne, avec la série des molair es supérieures, recueillie par le Dr Companyo aux environs de Perpignan, et déposée au Musée régional.

Je n'ai, dans mes nombreuses explorations, jamais retrouvé de débris de cet animal (1).

Genre Sus.

Sus Provincialis, Gervais. — Un sanglier de grande taille identique à l'espèce des sables de Montpellier, a vécu en Roussillon, ainsi que le montre une belle dernière molaire supérieure, provenant des briqueteries de Millas et figurée par M. Depéret.

Une race de plus petite taille (Race *Minor*, Depéret) est plus commune que la précédente; j'en ai recueilli de nombreuses pièces à la citadelle de Perpignan et au Serrat-d'en-Vacquer.

Je signalerai tout particulièrement un palais, avec la série complète des molaires provenant de la Citadelle, de nombreux fragments de mâchoires, ainsi qu'une défense et des incisives trouvées au Serrat.

Genre Hipparion.

Hipparion crassum, P. Gervais. — Ce représentant pliocène de la famille des *Équidés* a été découvert en Roussillon par M. Crova, dans les travaux de terrassement de la route Lassus. Gervais a fait connaître l'espèce, sous le nom d'*Hipparion crassum*, à cause des proportions trapues de ses pattes. Cet

(1) Au mois de septembre 1894, j'ai découvert aux environs d'Elne un crâne à peu près complet de cet animal. Cette pièce m'a été gracieusement offerte par M. CHANTRELLE, propriétaire du lieu de la découverte.

Digitized by Google

animal est un de ceux dont je possède les plus nombreux débris, au point que je pourrai sans doute, un jour, essayer la restauration du squelette.

Je possède un crâne un peu écrasé, plusieurs mandibules en parfait état, tous les os des membres et surtout de très jolies pattes avec leurs petits doigts latéraux en place; les molaires isolées se comptent par centaines. Il est donc probable que ce petit cheval à trois doigts était très abondant dans nos régions.

ORDRE DES RUMINANTS

FAM. DES CERVIDÉS

Genre Cervus.

Cervus ramosus, Cro. et Job. (Race *ruscinensis*). — Un Cerf très voisin du *Cervus ramosus* d'Auvergne, dont il diffère par sa taille plus petite et par ses bois un peu plus simples, a vécu très abondamment en Roussillon. J'ai pu recueillir, au Serrat-d'en-Vacquer, des bois de divers âges, notamment un superbe bois adulte pourvu de deux andouillers antérieurs.

Les mâchoires et les mandibules sont très nombreuses, ainsi que les os des membres, en particulier ceux des pattes. J'ai pu reconstituer une patte de devant et une patte de derrière complète de ce léger et gracieux animal.

Capreolus australis, de Serres. — Un petit Chevreuil dont le bois est pourvu d'un seul andouiller basilaire à l'inverse du Chevreuil actuel, qui porte un second andouiller postérieur, a révélé son existence par trois bois, ou fragment de bois, caractéristiques, trouvés dans les briqueteries de la route d'*Espagne*, près *Villemolaque*.

Je ne connais encore ni les dents ni les os des membres de cette espèce, beaucoup plus rare que la précédente.

Capreolus ruscinensis, Depéret. — M. Eugène Pépratx a trouvé, aux environs de Villeneuve-la-Raho, un beau crâne incrusté dans une concrétion calcaire, fort dure, qui a nécessité un grand travail de dégagement. C'était un crâne de Chevreuil, pourvu de ses deux bois très couchés en arrière, et ne présentant d'autres indices de bifurcation qu'un simple petit tubercule placé en avant de la perche. M. Depéret a décrit cette espèce qu'il considère provisoirement comme nouvelle sous le nom de *Cervus ruscinensis*.

FAM. DES ANTILOPIDÉS

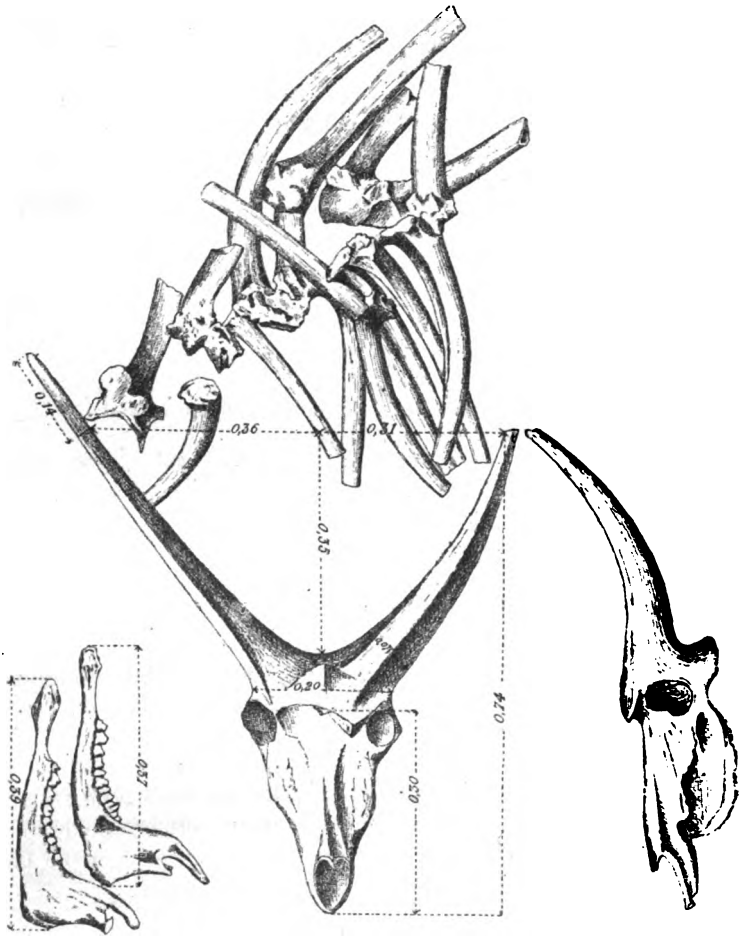
Genre Gazella.

Gazella Borbonica, Brav. — Les Gazelles sont peu communes en Roussillon; M. Depéret a figuré un simple fragment de mandibule avec deux molaires de forme très comprimée en travers, que le Dr Companyo avait recueilli aux environs de Perpignan et déposé au musée régional. Jusqu'à ces derniers temps je n'avais pu retrouver nulle part des débris de cette espèce, lorsque, il y a quelques jours, j'ai pu recueillir dans les briqueteries de Thuir, un nouveau fragment de mandibule tout à fait semblable au précédent.

Digitized by Google

Genre Palæoryx.

Palæoryx Boodon, Gervais *(fig.)* (1). — Cette grande Antilope, dont les molaires épaisses rappellent celles des Bovidés, représente dans le pliocène du Roussillon, un groupe d'Antilopidés aujourd'hui réfugié dans le centre de l'Afrique. L'espèce est l'une des mieux représentées dans notre faune roussillonnaise.



La pièce la plus importante que j'avais découverte en 1887, au Serrat-d'en-Vacquer, était le sommet parfaitement conservé d'une tête portant deux énormes chevilles osseuses des cornes.

Après que j'eus fait hommage de ce précieux fossile au Muséum de Paris,

(1) Cette figure, dessinée sur les lieux, d'après nature, représente d'importants débris de Palæoryx, découverts pendant la rédaction de ce mémoire; ils se rapportent à un sujet adulte, mais de petite taille si on le compare à ceux qui avaient été antérieurement recueillis au Serrat-d'en-Vacquer.

Digitized by Google

j'ai découvert successivement plusieurs autres têtes, et enfin un squelette à peu près entier, que j'ai essayé de reconstituer pour le faire figurer à l'Exposition scientifique de Perpignan, dont il fut une des grandes attractions.

L'Association française a bien voulu reproduire, dans un de ses volumes, une figure de cette restauration.

J'ai offert depuis ce squelette à M. Gaudry pour ses collections du Muséum.

Les mâchoires et les os de cette espèce sont successivement communs, partout, en Roussillon. Il y a quelques jours encore, j'ai préparé une superbe tête trouvée au Serrat.

CLASSE DES OISEAUX

Les oiseaux pliocènes, si rares dans tous les autres gisements européens, ont été rencontrés avec une certaine abondance dans les gisements du Serrat. Ils appartiennent aux groupes suivants :

ORDRE DES PALMIPÈDES

Genre Anser.

Anser anatoides, Dep. — Un seul tibia représente cette petite espèce d'Oie, à peine un peu plus grande que le Canard sauvage.

ORDRE DES GALLINACÉS

Genre Palæocryptonyx.

Palæocryptonyx Donnezani. — J'ai recueilli au Serrat la plus grande partie des os des membres d'un Oiseau qui, par la présence d'une grande fosse tricipitale, sous la tête de l'humérus, se rapproche des Cryptonyx de Malaisie dont il diffère surtout par l'os de la patte plus trapu.

Genre Gallus.

Gallus Bravardi, Gerv. — L'existence d'un grand Coq, dans le pliocène du Roussillon, a été révélée d'abord par un seul fragment de coracoïdien, puis, plus récemment, par un magnifique os de la patte pourvu de son ergot. Ce Coq était supérieur de taille à toutes les espèces actuelles de ce genre.

ORDRE DES PASSEREAUX

Genre Corvus.

Corvus præcorax, Dep. — J'ai recueilli la plupart des os principaux des deux membres d'un Corbeau de taille un peu inférieure au grand Corbeau actuel, mais que M. Depéret considère comme un véritable précurseur de l'espèce vivante.

Enfin, j'ai recueilli encore quelques os d'un Oiseau, voisin des Merles et des Grives, qui a été rapproché par M. Depéret du *Turdus cyaneus*, et un tibia d'un passereau *conirostre* indéterminé.

Digitized by Google

CLASSE DES REPTILES

ORDRE DES CHELONIENS

Genre Testudo.

Testudo perpiniana, Depéret. — Le superbe échantillon complet de cette espèce, que j'ai exhumé des couches calcaires dures, près du fort du Serrat-d'en-Vacquer, et reconstitué pour l'offrir au Muséum de Paris, a été décrit récemment et figuré dans les *Mémoires de Paléontologie*. Je n'ai donc qu'à rappeler qu'un beau moulage m'en a été donné par M. Gaudry et qu'il est exposé dans une des salles du Musée régional de Perpignan.

Cette grande Tortue est un des animaux les plus remarquables de notre faune pliocène. Sa carapace atteint 1m,20 dans le sujet du Muséum de Paris, taille qui devait être dépassée par d'autres sujets plus adultes, comme celui que j'ai découvert à l'état de fragments dans les terrassements supérieurs du Fort. On trouve encore des fragments de la *Testudo perpiniana* au Mas Belric, à Villemolaque, au Soler, etc.

Testudo, Sp. — Une autre Tortue, de taille ordinaire, se trouve assez communément en Roussillon, et j'ai pu en reconstituer une boîte osseuse à peu près complète. L'espèce sera prochainement étudiée et décrite par M. Depéret.

Genre Emys.

Emys Gaudryi. — Cette petite Tortue de marais a été décrite par M. Depéret, d'après un spécimen complet provenant de la briqueterie Cavaillé. J'ai retrouvé au Serrat de nombreux fragments de la carapace et des membres de cette espèce.

Enfin, il existe encore en Roussillon des Reptiles du groupe des serpents et des lézards, ainsi que des *Batraciens* et des Poissons d'eau douce (Silures) dont l'étude précise reste encore à faire, il en est de même de celle des mollusques *fluvio terrestres* et des empreintes des feuilles assez communes dans les argiles feuilletées du Serrat.

On voit, par cette rapide nomenclature, combien nos fouilles ont été fructueuses et on se rend compte de la pauvreté des collections de nos devanciers. Si quelques fossiles avaient été découverts, c'était absolument par hasard, au cours des travaux des briquetiers qui exercent leur industrie aux dépens des limons pliocènes des environs de Perpignan.

Jamais la science n'était entrée pour rien dans ces recherches faites dans un tout autre but. La thèse du Dr Depéret, publiée en 1885, en signalant nos maigres collections paléontologiques, me fit espérer qu'il serait possible de les enrichir. Sans compter arriver au résultat obtenu à ce jour, je me mis résolument à l'œuvre et, dès les premiers temps, je pus réunir des types intéressants de Vertébrés fossiles.

Je fus, il est vrai, admirablement servi par les circonstances, car les travaux entrepris, par le génie militaire, au Serrat-d'en-Vacquer, vinrent

Digitized by Google

me fournir des matériaux inespérés pour l'étude paléontologique de notre région.

Sans jamais perdre de vue les autres affleurements du pliocène, j'ai pu, pendant huit ans, occuper constamment un ou plusieurs ouvriers sur cette colline du Serrat, aussi riche aujourd'hui que les plus importants gisements connus en Europe. Ce ne sont pas seulement les espèces découvertes dans les couches correspondantes que nous y avons trouvées, mais aussi des genres absolument nouveaux et d'une importance capitale au point de vue des enchaînements et des passages.

Il a fallu que l'importance de nos découvertes nous ait été révélée dès les premiers temps pour que nous ayons persisté au milieu des obstacles qui semblaient devoir les entraver. Sans parler des frais énormes de ces fouilles que j'ai supportés absolument seul pendant six ans, j'ai dû, pour fouiller dans les terrains militaires, user de la complaisance, qui ne s'est jamais démentie, des officiers du génie et m'adresser même au ministre de la Guerre.

La difficulté la plus grande a toujours été l'extraction des fossiles. La plupart sont en effet renfermés dans une couche d'argile sillonnée, de temps en temps, par de petites amandes de sable.

Il résulte de cette disposition que les os, imprégnés d'humidité, sont toujours dans un état de décomposition très avancée, ce qui rend leur extraction absolument impossible sans préparation préalable.

Ce travail n'a, je crois, été pratiqué nulle part dans les mêmes conditions; aussi avons-nous dû créer de toute pièce une foule de procédés qui consistent à dessécher d'abord les os sur place, à les enduire de bandes de toile préparées à l'aide d'un mastic spécial pour pouvoir les transporter, sans danger, au laboratoire où ils subissent une préparation longue et minutieuse.

Un savant paléontologiste attaché au Muséum de Paris, qui me faisait un jour l'honneur de visiter mes fouilles, me disait, en voyant mes méticuleux procédés, que jamais, pour son compte, il n'aurait eu le courage d'entreprendre le sauvetage et la reconstitution de pareils fossiles.

En effet, il fallait être convaincu que d'immenses trésors paléontologiques étaient enfouis sous notre sol roussillonnais et avoir la ferme intention de faire connaître ce beau pays tant délaissé, pour persister dans la tâche que je m'étais donnée.

Dès les premiers temps les encouragements ne m'ont pas manqué. Le professeur Depéret m'a toujours continué ses bons offices et M. le professeur Gaudry a bien voulu par deux fois venir à Perpignan me témoigner l'importance qu'il attachait à mes recherches et la valeur qu'il attribuait aux dons que je faisais au Muséum.

MM. Fischer et Boule sont aussi venus au Serrat-d'en-Vacquer et

Digitized by Google

le sympathique président de l'Académie des Sciences, M. de Lacaze-Duthiers, a bien voulu conduire les élèves de la Sorbonne sur les hauteurs du Serrat pour leur montrer, de ce point élevé, les contours de la mer pliocène et leur remettre des spécimens des fossiles que nous avons extraits sous leurs yeux.

Quoique la moisson ait été extrêmement abondante, je suis, comme au premier jour, convaincu qu'il reste encore beaucoup à faire et que la faune déjà bien riche enfouie dans les profondeurs de nos deux cents mètres d'argile pliocène nous réserve encore bien des surprises.

Nota. — Tous les fossiles signalés dans le présent mémoire se trouvent au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, au Musée régional de Perpignan ou dans la collection du Dr Donnezan.

M. A. PERON

à Châlons-sur-Marne.

SUR UN GISEMENT D'ÉCHINODERMES DU GLYPTICIEN DE LA MEUSE

— Séance du 18 août 1894 —

Le terrain corallien du nord-est de la France a été déjà, tant au point de vue stratigraphique qu'au point de vue paléontologique, l'objet de si nombreux et si importants travaux qu'on ne peut plus s'attendre, en l'étudiant, à des résultats bien considérables. Cependant si, en particulier, la faune de cet étage est bien complètement connue, il semble qu'il reste encore beaucoup à apprendre au point de vue de la répartition détaillée de cette faune et de la succession des espèces dans les nombreuses assises dont l'ensemble constitue le Corallien.

Cette répartition détaillée est, en effet, difficile à établir en raison des variations extrêmes que subissent les assises, aussi bien sous le rapport de l'épaisseur que sous celui de la nature lithologique, en raison des modifications qu'entraîne dans la faune d'une assise le passage latéral de cette assise d'un facies à un autre et en raison enfin de la récurrence d'un grand nombre d'espèces à des niveaux successifs.

Digitized by Google

Les recherches que nous poursuivons à ce sujet sont d'ailleurs fécondes en surprises et nous espérons arriver à quelques résultats intéressants.

En attendant, nous voulons signaler aux amateurs d'échinodermes un gisement remarquable d'échinides et de crinoïdes que nous avons eu l'occasion d'explorer aux environs de Commercy.

Ce gisement, dont nous devons la connaissance première à notre ami, M. Philippe Thomas, qui a séjourné pendant quelques années à Commercy, se trouve en face de cette ville, sur la rive droite de la Meuse.

Là, il existe, en contre-bas des bois de Vignot, une longue colline dont la base est formée par les marnes et les calcaires siliceux de l'Oxfordien et qui est couronnée par les calcaires rocailleux en bancs mal lités et irréguliers du Corallien inférieur ou Glypticien des géologues jurassiens.

Ces calcaires rocailleux forment par place une petite corniche et un ressaut assez accentué qui, parfois, s'élève à 7 ou 8 mètres de hauteur. Le versant de la colline, recouvert des éboulis de ces calcaires glypticiens, est entièrement planté en vignes.

C'est au sommet d'une de ces vignes que se trouve le gisement en question. Son étendue est fort restreinte et c'est à peine si la partie des couches riche en fossiles dépasse en longueur horizontale une vingtaine de mètres. Au delà, les échinides deviennent relativement rares.

Sur le point en question, la roche corallienne fait saillie, entremêlée à sa base de lits un peu marneux.

Elle est pétrie de crinoïdes et d'échinides. Ses débris forment la plus grande partie du sol de la vigne et on trouve les fossiles non seulement dans les bancs eux-mêmes et sur le petit plateau supérieur, mais aussi à peu près sur toute la hauteur de la vigne.

L'étage glypticien est, comme on le sait, partout dans le nord-est de la France et même dans le Jura, très riche en échinodermes. Je ne crois pas cependant que nulle part on ait recueilli sur un aussi petit espace une pareille quantité et une pareille diversité d'échinodermes.

Les oursins en général n'y sont pas en bon état. Ceux qu'on trouve dans la vigne sont le plus souvent frustes, usés et incomplets; quant à ceux qu'on peut recueillir dans les bancs en place, ils sont habituellement empâtés plus ou moins d'une gangue tenace, d'un gris sale, qui s'enlève difficilement. Cependant, comme j'ai pu exploiter le gisement avec soin, pendant longtemps, je suis parvenu à réunir une série nombreuse d'individus non seulement bien déterminables, mais même bien conservés.

Les fossiles dominants sont les fragments de tiges et de calices de *Millericrinus* et les *Hemicidaris crenularis* et *intermedia*. C'est au nombre de plusieurs centaines que j'ai recueilli ces derniers oursins dont l'abondance dans cette assise justifie le nom qu'on a donné ailleurs à cet horizon de *Crenularis-schichten* ou de couche à *Hemicidaris crenularis*.

Digitized by Google

J'ai pu rencontrer un certain nombre de calices de crinoïdes. Ils appartiennent au *Millericrinus munsterianus* et probablement encore à une autre espèce que je ne puis sûrement déterminer. Les fragments de tige si nombreux et les racines, parfois énormes, que l'on rencontre, appartiennent évidemment à ces deux espèces.

On trouve, en outre, des fragments de tige d'un *Pentacrinus* qui semble être le *P. amblyscalaris* Thurmann.

Quant aux échinides, la liste n'en comprend pas moins de vingt-cinq espèces, qui sont les suivantes :

Metaporhinus Michelini Agas.	1 seul exemplaire ;
Collyrites bicordata Des Moulins	5 exemplaires;
Desorella elata Cotteau	3 —
Pygaster umbrella Agas.	5 —
Hyboclypeus Wrighti Etallon.	2 — et 1 fragment ;
Echinobrissus scutatus d'Orbigny. . . .	9 —
Holectypus corallinus —	10 —
Cidaris florigemma Phillips	5 tests, radioles abondants;
— *cervicalis* Agas	2 tests (?), radioles ;
— *propinqua* Munster	5 tests ;
Rhabdocidaris megalacantha Desor . . .	radioles ;
Diplocidaris gigantea Desor	1 fragment de test, 1 radiole ;
Acrosalenia angularis Agas	4 exemplaires ;
Hemicidaris crenularis Agas. . . . / — *intermedia* Forbes . . . \	Plusieurs centaines de tests; radioles abondants ;
Hemipygus tuberculosus Cotteau	1 test ;
Pseudodiadema aroviense Desor	20 exemplaires ;
— *mamillanum* Desor. . .	5 —
Hemipœdina Sœmanni Wright	2 —
— sp.	gros fragment indéterminé ;
Pedina sublævis Agas	6 exemplaires petits ;
Glypticus hieroglyphicus Agas	14 —
Stomechinus perlatus Desor	4 — et fragments ;
— *gyratus* —	12 —
— Sp. *af. Robineaui*	1 exemplaire petit.

Quelques-unes des espèces énumérées ci-dessus appellent soit une mention particulière, soit quelques observations.

Il faut tout d'abord signaler particulièrement quelques espèces d'une extrême rareté, les *Metaporhinus Michelini, Hyboclypeus, Wrighti* et *Hemipœdina Sœmanni*. Notre regretté confrère, l'éminent spécialiste Cotteau, ne paraît avoir eu à sa disposition, pour les descriptions de la *Paléontologie française*, qu'un moule en silex pour le premier de ces oursins et qu'un individu unique et incomplet pour le second. Ces deux oursins sont également très rares à Commercy, mais les spécimens recueillis sont relati-

Digitized by Google

vement en bon état et notre confrère y aurait trouvé peut-être matière à quelque observation utile pour compléter la diagnose de ces espèces.

Quant à l'*Hemipædina Sæmanni*, il n'a, jusqu'ici, été rencontré qu'à Commercy et le seul exemplaire décrit dans la *Paléontologie française* appartient à une collection étrangère.

Les *Desorella elata*, autre espèce rare, sont malheureusement en mauvais état.

Au contraire, les *Cidaris florigemma* et *C. propinqua* sont parfois bien conservés.

Au sujet de cette dernière espèce, j'ai fait une remarque que je soumets à mes savants confrères les échinologistes.

Déjà dans plusieurs gisements du Corallien inférieur de l'est, notamment à Allamps, Vannes-le-Châtel, Buxières, etc., j'ai rencontré de nombreux tests de *Cidaris* qui, examinés par Cotteau, ont été attribués par lui au *C. propinqua*. Or, dans aucune de ces localités, au milieu des nombreux radioles de *Cidaris* recueillis, il ne s'en trouve d'identiques à ce petit radiole subglandiforme qu'on considère comme étant celui du *C. propinqua*.

Il en est encore exactement de même pour les tests de *C. propinqua* que j'ai rencontrés, à un niveau bien supérieur, aux environs de Bourges (Cher), dans les calcaires crayeux de l'Astartien moyen.

Dans ce gisement, pas plus que dans ceux du Glypticien, je n'ai trouvé les radioles de l'espèce.

D'autre part, j'ai recueilli, dans le département du Cher, à Venesmes, dans les couches de l'Argovien supérieur, c'est-à-dire à un horizon bien inférieur à celui des calcaires crayeux de Bourges, un petit radiole assez abondant que M. Cotteau a rapporté au *C. propinqua*, tout en constatant qu'il diffère sensiblement du type. Mais, à l'inverse de ce qui se produit dans les gisements coralliens et astartiens mentionnés ci-dessus, à Venesmes c'est le radiole qui existe seul. Aucun test de *Cidaris* n'a été trouvé qui puisse être rapproché de ceux du *C. propinqua*. Dans ces conditions, je me suis demandé si ces tests et ces radioles, qui portent le même nom, appartiennent bien réellement à la même espèce.

D'après les spécialistes, les *Hemicidaris crenularis* et *H. intermedia* ne peuvent être distingués par leur test et c'est seulement par la forme de leurs radioles qu'ils diffèrent, ceux du premier étant généralement épais, claviformes et dilatés au sommet, tandis que ceux de l'autre sont grêles et allongés.

Les deux espèces sont très souvent associées et nous-même avons eu l'occasion de les rencontrer simultanément non seulement dans le Corallien inférieur de l'est, mais dans un horizon bien plus élevé, l'Astartien moyen de Bourges.

Or, dans tous ces gisements, les radioles nous paraissent aussi confondus

Digitized by Google

que les tests et parfois aussi difficiles à classer, car il en est qui paraissent avoir des caractères mixtes et qui établissent sensiblement le passage entre les deux formes.

Ne peut-on en conclure que ces deux *Hemicidaris* ne sont qu'une seule et même espèce, bien que l'un d'eux semble exister parfois à l'exclusion de l'autre.

Les *Stomechinus perlatus* et *S. gyratus* sont également deux formes extrêmement voisines.

Ils ne diffèrent guère entre eux que par une zone dénudée qui existe au milieu des aires interambulacraires de *S. gyratus* et n'existe pas dans l'autre. Or, ce caractère semble être très variable et, dans certains individus, il est bien moins accentué que dans d'autres. C'est à ce point que, pour quelques exemplaires de notre série, nous sommes indécis sur le classement à leur attribuer.

A Commercy, la forme *S. gyratus* domine ; mais, en avançant vers l'est, le *S. perlatus* domine à son tour et c'est cette dernière forme que j'ai trouvée exclusivement à Pagny-sur-Meuse, à Toul, à Allamps, etc. Cependant, à Midrevaux (Vosges), les deux espèces se retrouvent de nouveau ensemble dans le Glypticien.

L'une et l'autre d'ailleurs se retrouvent à des niveaux bien plus élevés dans le Corallien et jusque dans l'Astartien supérieur.

Une grande partie, au surplus, des échinides dont nous avons donné la liste ne sont pas spéciaux au Glypticien, mais persistent dans des horizons supérieurs.

Ainsi, le *Pygaster umbrella* existe, au tunnel de Midrevaux, dans les calcaires subcrayeux à Nérinées et Diceras, bien supérieurs aux calcaires rocailleux du Corallien inférieur. Il en est de même dans beaucoup d'autres localités.

Les *Holectypus corallinus* se rencontrent dans presque tout le Jura supérieur.

Le *Cidaris florigemma*, espèce répandue partout, est presque aussi fréquent dans l'Astartien moyen que dans le Glypticien.

Le *Diplocidaris gigantea* a été trouvé par nous non seulement dans le Glypticien de Commercy, de Buxières, etc., mais encore dans l'Astartien moyen de Bourges, dans le Séquanien d'Algérie, etc.

Le *Rhabdocidaris megalacantha* est également signalé dans ces deux niveaux.

Les *Pedina sublævis* et *Acrosalenia angularis* possèdent une aire stratigraphique encore plus étendue, puisqu'on les connaît depuis l'étage callovien jusqu'au kimméridien.

Le *Glypticus hieroglyphicus* lui-même, quoique considéré comme caractéristique par excellence du Corallien inférieur, n'est pas absolument can-

Digitized by Google

tonné dans cet horizon. Je l'ai recueilli à Saint-Mihiel, dans le Dicératien, ainsi qu'à Dun-sur-Meuse, etc.

Le *Collyrites bicordata* ne semble avoir été signalé jusqu'ici que dans l'Oxfordien supérieur. Aussi, en recueillant dans les éboulis nos premiers exemplaires, avions-nous pensé qu'ils pouvaient provenir de ce dernier étage, malgré leur gangue assez reconnaissable, mais nous avons, depuis, recueilli d'autres exemplaires en place dans les bancs glypticiens et, quoiqu'ils soient bien médiocres, nous avons dû admettre l'espèce dans l'étage corallien.

Les fossiles autres que les échinodermes sont assez peu variés et relativement rares dans le petit gisement que nous décrivons. Cependant quelques-uns sont à noter comme se rencontrant assez fréquemment. Il nous paraît utile de les mentionner ici pour compléter la nomenclature de la faune de notre gisement et pour en bien définir le facies. Ce sont les suivants :

Phasianella striata (gros fragments de moules). Moules d'autres gastéropodes peu déterminables.
Serpula spiralis Munster (commun).
Lima rigida Desh.
— *alternicosta* Buvig.
Pecten inæquicostatus Phil.
— *articulatus* Schl.
Ostrea amor d'Orbi.
— *moreauana* Buvig.
Clausastræa parsa Etallon.
Microsolena, *Latimæandra* et autres polypiers assez nombreux, mais toujours en mauvais état.
Parendea astrophora Etall.
Astrospongia corallina Etall. (1).

Je n'ai recueilli dans ce gisement aucun des fossiles propres à l'étage argovien supérieur, que beaucoup de géologues considèrent comme l'équivalent et un facies particulier du Corallien inférieur.

Cependant, de l'autre côté de la Meuse, à un niveau qui me paraît être le même, M. Ph. Thomas a recueilli le *Megerleia trunculus*. Mon savant ami a bien voulu m'offrir plusieurs exemplaires qui appartiennent bien à cette espèce, mais je dois reconnaître que je n'ai pu retrouver ce fossile en place sur le point qui m'a été indiqué.

(1) Il convient, quand on ramasse des fossiles dans les vignes et dans les éboulis qui couvrent le versant, de bien distinguer ceux qui proviennent du Corallien de ceux qui sont propres à l'Oxfordien.

Digitized by Google

M. E. NIEL

Vice-Consul du Brésil, à Rouen.

REMARQUES SUR LA VÉGÉTATION DES VASES PROVENANT DES DRAGAGES DE LA SEINE

— Séance du 10 août 1894 —

Je crois devoir signaler à mes collègues les botanistes un fait de végétation assez curieux qui s'est produit dans ces dernières années, depuis 1888, époque à laquelle les travaux d'amélioration du bassin fluvial de Rouen étaient en activité et avaient nécessité des dragages considérables.

Mon collègue M. de Bergerin avait exposé, le 4 octobre 1888, à une séance de la Société des Amis des sciences naturelles de Rouen, plusieurs plantes récoltées à Petit-Quevilly, près Rouen, sur des vases déposées par les dragues.

Ces plantes, que l'on trouve assez fréquemment dans les environs de Rouen, avaient atteint des proportions vraiment extraordinaires.

Le *Polygonum nodosum* Pers., dont la taille normale varie entre cinquante centimètres et un mètre, avait $1^m,98$ de hauteur.

Le *Chenopodium rubrum* L. (*Blitum polymorphum* May.), qui se maintient habituellement entre quinze et quatre-vingts centimètres, atteignait une hauteur de $1^m,60$.

On rencontrait également dans ce même sol le *Nasturtium amphibium. R.* Brown (*Roripa amphibia* Bess., *Sisymbrium amphibium* L.), que nous récoltons sur les berges de la Seine avec une taille de cinquante centimètres à un mètre, était parvenu à une hauteur de deux à trois mètres, de même que le *Rumex hydrolapathum* Huds.

Comme le faisait observer mon savant confrère, ces plantes avaient poussé dans un milieu et dans un terrain éminemment favorables. Ces sables et ces vases limoneuses formaient naturellement un excellent terrain de culture; mais ce qui paraît singulier, et qui s'explique difficilement c'est la présence de ces plantes sur ces terrains et en quantité aussi prodigieuse, principalement sur l'emplacement de la balastière qui avait été exploitée au moment de l'établissement du chemin de fer de Rouen à Orléans.

Digitized by Google

Les graines des *Crucifères*, des *Chénopodées* et des *Polygonées* ne sont pas munies d'appendices foliacés ou ailés qui en facilitent la dissémination, la propagation; elles n'ont pu être apportées là, ni par les vents, ni par les oiseaux; eussent-elles existé primitivement sur les emplacements comblés avec le produit des dragages, que ces remblais ayant souvent plusieurs mètres d'épaisseur, rendaient toute germination impossible.

Je lisais dernièrement dans le *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest* (1), qu'à l'embouchure de la Loire pareil fait avait été observé entre Nantes et l'Océan. Des travaux pour l'établissement d'un canal ont créé des amas de sables et de vases favorables au développement de la végétation, et, comme auprès de Rouen, nous retrouvons les *Chenopodium*, et le *Polygonum lapathifolium* L. atteignant une hauteur de deux mètres.

A propos de cette dernière plante, M. Gadeceau était porté à croire que le *Polygonum lapathifolium* et le *Polygonum nodosum* de Pers. ne constituaient qu'une seule et même espèce, à tiges plus ou moins renflées aux nœuds, à épis évoluant de la forme ovale oblongue à la forme linéaire. Je laisse à de plus expérimentés que moi le soin d'élucider cette question.

Mais ce sur quoi j'appelle l'attention de mes collègues, au point de vue de la dispersion des espèces, c'est sur cette végétation intéressante de plantes telles que les *Chenopodium*, les *Polygonum* et les *Rumex*, sur des vases provenant du fond de fleuves, comme la Seine et la Loire, et appartenant à deux familles si voisines, les *Chénopodées* et les *Polygonées*.

L'année dernière encore des remblais importants ont été exécutés auprès de Rouen à l'aide de dragages opérés dans la Seine dans la traversée des prairies de Bapaume; il n'est personne qui n'ait remarqué avec quelle rapidité ces vases à peine desséchées se sont recouvertes d'une végétation abondante toujours composée des mêmes plantes.

Il faut bien reconnaître que l'habitat dont il s'agit de vérifier les moyens de dispersion est tout à fait spécial et présente un réel intérêt, non pas seulement en raison des dimensions peu ordinaires atteintes par les plantes en question, dimensions dues évidemment à l'influence du milieu, mais à cause de la manière dont cette végétation s'est installée dans ce nouveau terrain.

(1) Tome II, n° 1. 1892.

Digitized by Google

M. Maxime RADAIS

Docteur ès sciences naturelles, Agrégé des Écoles supérieures de Pharmacie, à Paris.

SUR UN APPAREIL CONDUCTEUR DANS LES GRAINES DE QUELQUES CONIFÈRES (1)

— Séance du 10 août 1891 —

I. — Abies Nordmanniana, Spach.

Nos observations ont porté sur des graines encore adhérentes aux écailles et recueillies peu de temps avant la déhiscence du cône. On sait que ces graines dérivent d'ovules unitégumentés et orthotropes, mais récurvés ultérieurement vers l'axe du cône par un phénomène de croissance intercalaire de l'écaille (Strasburger).

A cette situation renversée des ovules s'ajoute leur concrescence avec l'écaille elle-même depuis la chalaze jusqu'au micropyle environ. Au fur et à mesure de la transformation de l'ovule en graine, la forme ovoïde primitive de ce corps reproducteur se modifie sous l'influence de la pression des écailles et, finalement, la graine devient irrégulièrement triquètre.

Le tégument se munit d'une coque scléreuse épaisse (2) présentant deux lignes suturales de déhiscence situées dans un plan parallèle à la surface de concrescence de la graine et de l'écaille. En dehors et en dedans de cette coque, le tégument comprend deux manchons parenchymateux dont l'externe est creusé de poches sécrétrices et renforcé, sous l'épiderme, d'une mince lame scléreuse qui se prolonge dans l'aile séminale ; le manchon interne, moins épais, enveloppe l'amande.

C'est dans ce dernier tissu que nous avons observé deux cordons d'un

(1) Ces observations ont été faites au Laboratoire de Botanique que dirige, à l'École de Pharmacie de Paris, M. le professeur Guignard.

(2) Bertrand, *Étude sur les téguments séminaux des végétaux phanérogames. — Gymnospermes.* (Ann. *Sc. nat. bot.*, VIe sér., t. VII, 1878.)

Digitized by Google

tissu conducteur différencié. Partant de la chalaze, où s'épanouit un faisceau séminal détaché du système conducteur de l'écaille, ces deux branches, issues, par dichotomie, de ce faisceau séminal, se disposent, dans le tégument, en dedans de la coque scléreuse et parcourent, en suivant les lignes suturales de déhiscence, les deux tiers environ de la longueur de la graine.

La structure de ces cordons conducteurs est très simple. Lorsqu'on observe le faisceau séminal, depuis son origine sur le faisceau mère (de l'écaille), on constate que, jusqu'à la chalaze de la graine, il est le siège d'un accroissement secondaire très net. Un cambium sépare le bois du liber et manifeste une tendance à se recourber en cercle, de sorte que c'est presque toujours sous l'aspect d'un faisceau concentrique à trachées centrales que l'on observe ce système conducteur. A la chalaze, où le faisceau se bifurque pour donner les deux branches qui vont, en se repliant en arrière, innerver le tégument séminal, on trouve encore des trachées au centre de ces branches, mais le tissu qui les entoure est moins nettement différencié.

Les cellules qui le constituent sont plus petites que celles du parenchyme ambiant et forment une gaine dense qui offre l'aspect du tissu libérien normal. Cependant, nous n'avons pu, jusqu'à présent, y mettre en évidence les cellules grillagées.

A mesure qu'on suit ces branches vasculaires, on voit les trachées modifier progressivement leur sculpture et c'est par des cellules courtes, lignifiées à ponctuation ovales ou linéaires, que se terminent ces cordons conducteurs.

Des recherches analogues effectuées sur les graines d'autres espèces du genre (*A. pinsapo* Boiss., *A. cephalonica* Lk., *A. cilicica* Carr., *A. pectinata* D. C.) nous ont permis de constater une semblable structure. Il y a lieu de penser que dans tout le genre *Abies*, les graines possèdent, dans le tégument, un appareil conducteur qui, sans être très profondément différencié, est cependant assez net pour être observé facilement.

II. — Cedrus Libani Barr.

Comme chez les *Abies*, un faisceau séminal détaché du système vasculaire de l'écaille s'épanouit à la chalaze en se bifurquant. Les deux branches filles pénètrent dans le tégument, où elles suivent un trajet semblable à celui qui vient d'être décrit. Il faut remarquer, cependant, que ces petits faisceaux descendent moins profondément dans la graine. Quant à leur structure, elle est sensiblement la même que celle des faisceaux séminaux des Sapins.

Digitized by Google

On rencontre la même structure anatomique dans les graines du *Cedrus Deodara* Loud.

Les deux genres *Abies* et *Cedrus* sont les seuls de la tribu des Abiétinées (Bentham et Hooker) chez lesquels nous avons pu mettre en évidence les faisceaux du tégument séminal.

Dans tous les autres genres, un faisceau se rend du système vasculaire de l'écaille à la chalaze de la graine, mais il s'épanouit à ce niveau sans se prolonger au delà.

III. — Sciadopitys verticillata Sieb. et Zucc.

Dans un travail antérieur (1), nous avons montré que les graines du *Sciadopitys* sont reliées au système vasculaire de l'écaille par un faisceau séminal qui rejoint le faisceau mère *au-dessus* du niveau de la chalaze.

Lorsqu'on fait une section transversale d'une graine au niveau du hile, on voit que ce faisceau séminal est dédoublé et que c'est sous la forme de deux branches distinctes qu'il pénètre dans le tégument. Ces branches ne pénètrent pas à une grande profondeur; c'est à peine si elles atteignent le milieu de la graine. Cependant elles ont même structure que les cordons vasculaires des graines d'Abiétinées ci-dessus étudiées et, comme chez ces dernières, sont disposées dans un plan parallèle à la surface de l'écaille séminifère.

En résumé, les trois genres *Abies*, *Cedrus* et *Sciadopitys* sont les seuls, parmi les Conifères vraies, chez lesquels nous ayons pu mettre en évidence un appareil conducteur dans le tégument séminal.

Peut-être de nouvelles observations seront-elles plus heureuses; ce que nous voulons seulement remarquer ici, c'est que, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, certaines Conifères (outre les Taxoïdées) sont munies de cet appareil.

En 1869, Van Tieghem (2), étudiant la structure de la fleur femelle des Gymnospermes, signale les branches vasculaires qui, se détachant des faisceaux de l'écaille, se rendent au corps reproducteur correspondant. L'auteur ne suit pas ces branches dans le tégument de l'ovule.

C'est à une semblable opinion que s'arrête Strasburger, en 1872 (3), lorsqu'il se borne à dire que, chez les Abiétinées, les faisceaux de l'écaille

(1) Radais, *Contribution à l'anatomie comparée du fruit des Conifères*. Paris. Thèse de doctorat ès sciences naturelles. Février 1894.

(2) *Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, des Conifères et des Gnétacées* (*Ann. Sc. nat. bot.*, 5e sér., t. X, 1869.)

(3) *Die Coniferen und die Gnetaceen*. Iéna, 1872.

Digitized by Google

fructifère envoient aux fleurs (1) de petites branches. Plus tard, en 1879 (2), le même auteur donne une forme plus précise à ses observations en décrivant chez le *Picea vulgaris* Lk. les petites branches vasculaires en question comme formées en grande partie de cellules spiralées; elles se terminent à la base des ovules.

En 1878, C.-E. Bertrand (3) étudie les téguments séminaux des Gymnospermes. Dans une étude préliminaire de la fleur femelle, l'auteur affirme que les ovules des Conifères actuelles (sauf les *Cephalotaxus* et les *Torreya*) sont dépourvues de système vasculaire (4); il ajoute plus loin (5) que, chez les Pinées *(Sciadopitys, Monophylla, Pinus, Cedrus, Picea, Larix, Pseudolarix, Tsuga, Pseudotsuga, Abies)*, aucun faisceau ne se rend à l'ovule.

Cette dernière assertion est contraire à l'opinion de Van Tieghem et à celle de Strasburger, en ce qui concerne le même groupe. Nous avons nous-même montré que, chez le *Sciadopitys*, un faisceau très net descend du système vasculaire de l'écaille à la chalaze de la graine; mais cette remarque ne nous donne pas le droit de conclure à la présence de ce même faisceau avant la fécondation, les échantillons très jeunes nous ayant fait défaut.

Étudiant ensuite le tégument séminal de la graine mûre, Bertrand observe que ce qui reste, à l'intérieur de la coque ligneuse, des tissus de l'ovule, est écrasé contre elle et réduit à l'état de mince pellicule cornée, sans faisceau chez les Conifères (6). Or, nous avons dit plus haut que, chez quelques espèces de ce groupe, on peut, au contraire, mettre en évidence, dans ce même tissu qu'enveloppe la coque ligneuse, un système conducteur différencié. Si l'habile micrographe que nous citons n'a pas observé ces faisceaux, il faut, sans doute, en accuser le mauvais état ou simplement la trop grande dessiccation des échantillons mis en œuvre.

Conclusions.

Les graines de quelques Conifères (outre les Taxoïdées) présentent, dans leur tégument, un appareil conducteur différencié. Nous avons observé cet appareil dans les genres *Abies*, *Cedrus*, *Sciadopitys*.

C'est un caractère de plus à ajouter à ceux qui rapprochent ce dernier genre des Abiétinées (Bentham et Hooker).

(1) Strasburger, se ralliant aux idées de Baillon, de Parlatore, de Dickson, etc., considérait alors l'ovule comme une fleur carpellée.
(2) *Die Angiospermen und die Gymnospermen*. Iéna, 1879.
(3) *Loc. cit.*
(4) *Loc. cit.*, p. 62.
(5) *Loc. cit.*, p. 67.
(6) *Loc. cit.*, p. 72, 3 3.

Digitized by Google

En outre, cette observation offre, pour les paléontologistes, un intérêt immédiat et doit les mettre en garde contre l'assimilation de toute graine fossile à une graine de Taxoïdée en se fondant sur le seul caractère de la présence de faisceaux vasculaires dans le tégument séminal.

M. BATTANDIER

Professeur à l'École de Médecine d'Alger.

CONSIDÉRATIONS SUR LES PLANTES RÉFUGIÉES, RARES OU EN VOIE D'EXTINCTION DE LA FLORE ALGÉRIENNE

— Séance du 10 août 1894 —

Les grands changements climatériques qui se sont produits dans notre hémisphère depuis la période tertiaire ont amené dans les flores et les faunes des variations et des migrations que les paléontologistes arrivent peu à peu à reconstituer; mais en Algérie, si la faune quaternaire commence à être un peu connue, grâce aux travaux de M. Pomel, l'étude de la botanique fossile est à peine effleurée. Aussi m'a-t-il semblé intéressant de chercher dans la flore actuelle les traces de ces variations. Toute flore se compose de plusieurs flores, les unes en voie d'extinction, les autres sédentaires ou en voie de progrès. Ce sont ces diverses flores que je voudrais tenter de démêler dans la flore actuelle de l'Algérie.

Il est à peu près certain que, pendant la période glaciaire, l'Algérie devait avoir un climat plus froid qu'aujourd'hui et plus humide, au moins dans le sud. Alors coulaient probablement les grands fleuves sahariens. Nos montagnes, peut-être plus élevées, plus puissantes de toute la masse des alluvions qui en sont descendues depuis, durent connaître les neiges éternelles et on a cru y retrouver la trace d'anciens glaciers. Nul doute qu'à cette époque elles ne dussent abriter une flore alpine. Le Tell devait être peuplé par des espèces de l'Europe tempérée; les hauts plateaux devaient avoir une flore partie subalpine, partie méditerranéenne. Le

Digitized by Google

Sahara devait ressembler à notre steppe actuelle, avec quelques points déjà nettement désertiques où avait pu prendre naissance la flore saharienne que nous connaissons; tel se présente de nos jours Bou-Saada dans les hauts plateaux. Ce que nous savons de la faune quaternaire du Sahara confirme bien cette manière de voir. Les dessins rupestres du sud nous montrent en effet, à côté d'animaux nettement quaternaires comme le *Bubalus antiquus*, des animaux des steppes comme l'autruche et la girafe.

Toutes ces flores ont dû reculer vers le nord ou se réfugier sur les montagnes et dans les endroits frais, à mesure que le climat devenait plus chaud et que le Sahara s'affirmait. Nous allons en rechercher les vestiges.

On a souvent dit qu'il n'existe pas de flore alpine dans le Mogreb et le fait est sensiblement exact; pourtant, quelques espèces bien réellement alpines, dont le nombre s'accroîtra sans doute quand le Maroc sera mieux connu, s'y sont perpétuées jusqu'à nos jours. Elles semblent toutes en voie d'extinction.

L'altitude, comme l'a démontré De Candolle, n'influe sur la station des plantes qu'en amenant un certain ensemble de conditions météorologiques (humidité, chaleur, lumière). S'il arrive que ces conditions se trouvent réalisées autre part que sur les montagnes, même au bord de la mer, les plantes alpines pourront tout aussi bien y vivre, et cela arrive précisément en Algérie pour quelques-unes de nos plantes alpines, qui se sont maintenues dans des *khranegs*, étroits canons toujours frais et humides, même par les plus fortes chaleurs de l'été, ou dans d'autres stations très spéciales. Nous allons passer en revue ces diverses plantes.

1° *Ranunculus batrachioides* Pomel; *R. Xantholeucos* Cosson et Durieu. — Cette petite plante appartient nettement à la section *Leucoranunculus* et est étroitement affine aux espèces de cette section qui habitent les glaciers d'Europe. Pourtant on la trouve à des altitudes de 1.000 à 1.100 mètres, mais dans des prairies froides et très humides. Elle semble bien en voie d'extinction : à Terni, je l'ai vainement cherchée plusieurs années, et, au Djebel-Ouach, elle fait partie d'une série de plantes des marécages tourbeux, découvertes par M. Julien, observateur très sagace, et qui ne s'y retrouvent pas tous les ans.

5° *Ranunculus aurasiacus* Pomel; *R. Villarsii* Cosson. — Que l'on identifie cette plante au *R. Villarsii* ou qu'on l'en sépare avec MM. Pomel et Freyn, elle n'en appartient pas moins au même type qui est nettement alpin. Elle habite les sommets du Djurdjura, du Dréat, de l'Aurès et quelques montagnes du Maroc.

3° *Berberis hispanica* Boiss., Reuter. — Montagnes de 1,600 à 2,000 mètres.

4° *Alyssum serpyllifolium* Desf. — Cette plante ne diffère pas sensiblement de l'*Alyssum alpestre* L. des Alpes élevées et des Pyrénées. En Algérie, on le trouve sur les montagnes et dans les hauts plateaux; il est vrai qu'en Orient des plantes du même type descendent assez bas.

5° L'*Æthionema* du sommet de Lella-Khadidja, qui semble bien identique à

Digitized by Google

l'*Æ. Thomasianum* Gay; le *Thlaspi atlanticum* trouvé par moi dans les Babors, et le *Saxifraga baborensis*, découvert par M. Julien, sont des plantes au moins très voisines de types alpins.

6° *Erodium cheilanthifolium* Boissier, qui ne se trouve en Espagne qu'à la limite des neiges éternelles, a été trouvé en Algérie au sommet de Lella-Khadidja et, chose curieuse, beaucoup plus plantureux sur le Djebel-Antar, montagne peu élevée des hauts plateaux oranais, près de Méchéria.

7° *Astragalus depressus* L. — J'ai cueilli un échantillon de cette espèce sur le sommet de l'aiguille terminale de l'Aïzer, dans le Djurdjura. M. Cosson l'avait reçue du Maroc. Ce pic de l'Aïzer est très curieux au point de vue qui nous occupe ici; en effet, la neige y persiste presque toute l'année dans certaines anfractuosités, et quoique plus bas de quelques mètres que le pic de Lella-Khadidja, il est bien plus frais à cause de sa situation et de sa masse. Aussi y trouve-t-on, entre autres plantes alpines, le *Colobachne Gerardi*, seule station connue en Algérie; le *Sedum Majellense*; l'*Ononis cenisia*, qui se retrouve plus abondant et plus vigoureux dans l'Aurès.

8° *Centranthus nevadensis* Boissier. — Cette espèce, qui ne se retrouve dans la Sierra-Nevada que vers 2.300 mètres, bien qu'on l'ait retrouvée vers 1.400 mètres dans la Sierra-Palomera, a été rencontrée par M. Trabut dans une très fraîche vallée de la région de Garrouban, sur des travertins humides, à Mazer. J'ai de même trouvé dans l'étroit canon du Guergour, à une faible altitude, le *Scabiosa crenata* Cyr. et le *Draba hispanica* Boiss., plantes alpines ou subalpines.

9° Le sapin des Babors, qui n'existe plus que sur un seul point de ces montagnes, est aussi un débris de leur ancienne flore alpine.

10° Enfin, sur les hauts sommets du Djurdjura et de l'Aurès, on trouve des pelouses de graminées rappelant les prairies alpestres. Ce sont surtout des *Festuca* du groupe de l'*Ovina*, dont une variété, *F. frigida* Hackel, est d'un type nettement alpin; le *Poa Djurdjuræ* Hackel, voisin d'une espèce alpine de la Carniole, les *Poa nemoralis* et *flaccidula*, ce dernier se trouvant jusque sur le Mzi. Une bien curieuse station est celle du *Trisetum Gaudinianum* du Valais et de la Sierra-Nevada, trouvé par M. Trabut au Kreider, au milieu des hauts plateaux oranais.

On peut citer encore comme plantes alpines ou subalpines de nos montagnes : *Ranunculus millefoliatus*, *Arabis albida*, *Helianthemum canum*, *Cerastium Boissieri*, *Arenaria grandiflora*, *Ononis aragonensis*, *O. fruticosa*, *Vicia glauca*, *Rosa montana*, *Potentilla caulescens*, *Rhamnus alpina*, *Sedum nevadense*, *Bunium alpinum*, *B. Macuca*, *Gaya pyrenaica*, *Ribes petræum*, *Centranthus angustifolius*, *Lonicera arborea*, *Scozonera pygmæa*, *Erinus alpinus*.

On ne saurait dénier à tout cet ensemble un certain cachet alpin, et, ce qui démontre bien que ce sont là les vestiges d'une flore disparue, c'est que ces quelques espèces se trouvent noyées au milieu d'espèces vulgaires d'Europe devenues ici tout aussi alpines ou pour mieux dire tout aussi atlantiques qu'elles : *Chelidonium majus*, *Aquilegia vulgaris*, *Alyssum spinosum*, *Geranium pyrenaicum*, *G. bohemicum*, *Eudianthe corsica*, *Saponaria depressa*, *Alsine verna*, *Stellaria holostea*, *Scleranthus annuus*, *Hypericum*

Digitized by Google

hirsutum, H. montanum, Rhamnus cathartica, Orobus niger, Cytisus purgans, Trifolium ochroleucum, Potentilla splendens, P. pensylvanica, Rosa sicula, Ribes uva-crispa, Sedum acre, Physospermum acteæfolium, Scabiosa columbaria, Viburnum opulus, Eupatorium cannabinum, Filago Heldreichii, Achillæa odorata, Artemisia Absinthium, Senecio ambiguus, Tussilago Farfara, Centaurea amara, Tragopogon crocifolius, Hieracium saxatile, H. grandiflorum, Jasione sessiliflora, Campanula macrorhiza, Ligustrum vulgare, Onosma echioides, Veronica Beccabunga, V. serpyllifolia, V. montana, Orobanche epithymum, Ajuga reptans, Cyclamen vernum, Armeria allioides, Rumex obtusifolius, Daphne laureola, D. oleoides, Populus tremula, Quercus castaneæfolia, Cephalanthera pallens, Platanthera montana, Epipactis latifolia, Allium flavum, Pteris cretica, etc., etc.

Certaines de ces espèces sont d'une extrême rareté et ne se conservent, vrais fossiles vivants, que dans une seule station, sur les sommets du Djurdjura, des Babors ou de l'Aurès. C'est bien là une flore en fuite vers le Nord, ayant laissé çà et là quelques traînards, car certaines de ces espèces n'existent même plus aujourd'hui dans le midi de la France ou y sont reléguées sur les montagnes : *Ribes petræum, Asperula odorata, Sorbus domestica, S. torminalis*, etc.

On trouve d'ailleurs de ces traînards isolés un peu partout. Le sommet du Djebel Rouis, montagne isolée dans le sud de la province de Constantine, a conservé l'*Herniaria incana*, variété bien distincte du type, ce qui indique une séparation déjà ancienne; au sommet du Dréat, sur le Dira et au Maroc, se trouve un thym très voisin du serpolet; près de Garrouban, on trouve le *Sorbus latifolia*; près de Blida et sur le Djurdjura, l'*Evonymus latifolius* et le *Sorbus aria*. Le marais de la Rassanta conserve l'*Œnanthe Lachenalii;* à Khodjaberry, près Boufarick, on trouve le *Lysimachia vulgaris;* le *Linosyris vulgaris* s'est perpétué au Djebel Rouis et à Boghar; le *Salsola tragus* près de Bône et au Kreider; le *Ranunculus sceleratus* à la Calle et à la Reghaïa, etc., etc.

La région de Bône et de la Calle, point le plus septentrional de l'Algérie, a gardé beaucoup de ces espèces européennes : *Ranunculus flammula, Nymphæa alba, Nuphar luteum, Raphanus Landra, Roripa amphibia, Frankenia Boissieri, Silene sedoides, Rhamnus Frangula, Bonjeania hirsuta, Anthyllis Barba-Jovis, Isnardia palustris, Trapa natans, Sedum Cepæa, Thapsia polygama, Centaurea gymnocarpa, Scabiosa succisa, Anthemis maritima, Ambrosia maritima, Statice Limonium, Erica scoparia, Sideritis romana, Atriplex portulacoides, Rumex maritimus, Securinega buxifolia, Castanea vulgaris, Pinus maritima, Asplenium marinum*, etc. Certaines, comme l'*Ipomœa sagittata*, le *Polygonum hydropiper*, l'*Helasciadium crassipes*, le *Pyrethrum Clausonis*, le *Myriophyllum alterniflorum*, se trouvent à la fois à la Calle et dans les marais autour d'Alger.

Digitized by Google

Un grand nombre de plantes espagnoles se retrouvent sur les montagnes de la province d'Oran jusque dans l'extrême sud. Des plantes d'Italie se retrouvent bien aussi dans la province de Constantine, mais nulle part l'influence de la longitude ne se fait sentir comme là. Sur le Mzi, près de Figuig, on commence vers 1.800 mètres à quitter la flore des steppes pour une flore européenne et surtout espagnole. Là, l'*Avena filifolia* succède à l'alfa, puis viennent : *Onopordon acaule*, *Nepeta amethystina*, *Marrubium supinum*, *Cirsium Wilkommianum*, *Centaurea Pomeliana*, *Stipa Lagascæ*, *Poa flaccidula*, toutes plantes espagnoles qui ne sont guère connues que là en Algérie, sauf le *Poa flaccidula*, qui a été retrouvé dans l'Aurès. La calotte supérieure de la montagne, avec ses frais gazons, ses sources, ses cascades, ses bois de Ballotte et d'Oxycèdre, ses plantes communes d'Europe : *Geranium rotundifolium*, *Rosa Pouzini*, *Helosciadium nodiflorum*, *Lithospermum arvense*, etc., etc., forme une véritable île au milieu de la flore des steppes. Peut-être les sommets des montagnes sahariennes recèlent-ils aussi de curieux vestiges des anciennes flores de cette région.

La flore de nos montagnes contient environ quatre cents espèces européennes qui ne se retrouvent plus que très rarement dans la plaine et qui appartiennent à une flore en retraite vers le nord. Les plus caractéristiques, outre celles déjà citées dans la zone la plus élevée, sont : *Myosurus minimus*, *Ranunculus repens*, *R. bulbosus*, *R. parviflorus*, *R. lateriflorus*, *Delphinium Staphysagria*, *Papaver Argemone*, *Calepina Corvini*, *Teesdalia Lepidium*, *Thlaspi perfoliatum*, *Bivonea lutea*, *Draba muralis*, *Sisymbrium Alliaria*, *Geranium robertianum*, *G. lucidum*, *G. malvæflorum*, *Cerastium pumilum*, *C. anomalum*, *Holosteum umbellatum*, *Montia fontana*, *Ilex aquifolium*, *Ononis fruticosa*, *Vicia onobrychioides*, *V. hirsuta*, *Amelanchier vulgaris*, *Circæa lutetiana*, *Sanicula europea*, *Smyrnium rotundifolium*, *Valerianella alitoria*, *Valeriana tuberosa*, *Cephalaria leucantha*, *Knautia arvensis*, *Filago Cupaniana*, *Lappa minor*, *Centaurea sempervirens*, *Carduus macrocephalus*, *Rhagadiolus edulis*. *Taraxacum obovatum*, *Crepis vesicaria*, *Lapsana communis*, *Phœnixopus muralis*, *Hieracium Pilosella*, *Atropa Belladona*, *Linaria aparinoides*, *Veronica hederæfolia*, *V. triphyllos*, *V. præcox*, *V. persica*, *Phlomis Bovei*, *Calamintha granatensis*, *Scutellaria Columnæ*, *Lamium longiflorum*, *L. flexuosum*, *L. purpureum*, *Primula vulgaris*, *Plantago subulata*, *Rumex tuberosus*, *R. scutatus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Quercus Mirbeckii*, *Q. Ballota*, *Orchis tephrosanthos*, *O. mascula*, *O. provincialis*, *Muscari neglectum*, *Endymion campanulatus*, var., *Gagea arvensis*, *Luzula græca*, *L. Forsteri*, *L. campestris*, *Juncus valvatus*, *J. heterophyllus*, *Carex flava*, *C. sylvatica*, *C. Mairii*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum Bœhmeri*, *Milium Montianum*, *Stipa pennata*, *St. gigantea*, *St. barbata*, *Trisetum flavescens*, *Bromus tectorum*,

Digitized by Google

Poa bulbosa, *Festuca Drymeia*, *F. ovina*, *F. duriuscula*, *Molinia cœrulescens*, *Triticum hordeaceum*, *T. panormitonum*, etc., etc.

Chose curieuse, quelques-unes des plantes d'Europe qui semblent comme les autres en décroissance, ont battu en retraite non vers le nord, mais vers le sud.

Si nous comptions dans ce groupe toutes les espèces du midi de l'Europe que l'on ne retrouve que dans le sud de l'Algérie, la liste en serait assez longue; mais il y a dans ces plantes deux catégories bien distinctes : 1° des plantes réellement européennes, et 2° des plantes orientales qui ont poussé une pointe jusqu'en Europe sans avoir pu prendre pied définitivement dans le nord de l'Algérie.

Dans la première catégorie, nous citerons : *Brassica humilis*, *Helianthemum hirtum*, *Buffonia tenuifolia*, *Herniaria incana*, *Alsine mucronata*, *Ononis cenisia*, *Bupleurum rigidum*, *Galium setaceum*, *Linosyris vulgaris*, *Filago montana*, *Santolina squarrosa*, *Artemisia campestris*, *Verbascum pulverulentum*, *Nepeta amethystina*, *Onopordon acaule*, *Androsace maxima*, *Thymelœa Tartonraira*, *Asphodelus cerasiferus*, *Cephalanthera pallens*, *Asplenium Ruta-muraria*, etc.

Et dans la deuxième : *Adonis estivalis*, *Hypecoum pendulum*, *Fumaria micrantha*, *Æthionema saxatile*, *Malcolmia africana*, *Silena conica*, *Reaumuria vermiculata*, *Peganum Harmala*, *Linum austriacum*, *Ononis Columnæ*, *Lathyrus ciliatus*, *Medicago laciniata*, *Galium ephedroides*, *Achillea odorata*, *Orobanche cernua*, *Sideritis montana*, etc. Il faudrait y joindre environ une quarantaine d'espèces orientales qui ont pénétré par l'Algérie en Espagne avec beaucoup de plantes algériennes. Nous avons considéré toutes ces plantes, sauf cette dernière colonie orientale, comme une armée en fuite, vers le Nord, ayant laissé çà et là quelques traînards; l'image n'est pas exacte. En effet, une flore ne s'enfuit pas comme une armée, elle s'éteint sur place ou se déplace légèrement plutôt qu'elle ne fuit. Ce qu'elle laisse, ce ne sont point des traînards, mais des survivants, et parmi ces survivants, il y a beaucoup d'espèces endémiques. Rien que dans la région montagneuse supérieure, nous pouvons signaler : *Isatis Djurdjuræ*, *Arabis Doumetii*, *Silene atlantica*, *S. Chouletii*, *S. Rouyana*, *Mœhringia stellarioides*, *Heracleum algeriense*, *Galium Perralderianum*, *Carduncellus atractyloides*, *C. cespitosus*, *Catananche montana*, *Senecio Gallerandianus*, *S. Perralderianus*, *Doronicum atlanticum*, *Podanthum aurasiacum*, *Myosotis macrocalycina*, *Mattia gymnandra*, *Veronica rosea*, *Digitalis atlantica*, *Lysimachia Consiniana*, *Ophrys atlantica*, etc., etc. Près d'un quart de la flore de l'Algérie est formé d'espèces endémiques et on en trouve en proportion sensiblement égale dans toutes les flores que l'on peut tenter d'y séparer. De même on y trouve sensiblement les mêmes rapports dans les comparaisons avec les flores voisines. C'est toujours

Digitized by Google

avec l'Espagne que notre flore présentera les plus grandes affinités. Sur moins de 3.000 espèces que compte la flore de l'Algérie, près de 1.900 se retrouvent en Espagne, 1.600 au moins sont communes à l'Algérie et à l'Italie, 1.500 à l'Algérie et à la France. Environ 700 sont spéciales à l'Algérie, 200 plantes algériennes environ ne se retrouvent qu'en Espagne, 195 ne se trouvent qu'en Algérie et en Orient; 5 plantes d'Algérie ne se retrouvent qu'en Grèce, 3 ne sont communes qu'à l'Algérie et à la France: c'est une bien faible proportion; avec l'Italie méridionale, le nombre des espèces spéciales communes s'élève à près de 70. Une quarantaine d'espèces orientales se retrouvent à la fois en Algérie et en Espagne sans s'étendre à d'autres pays. Enfin une quarantaine de plantes, dont plusieurs plantes rudérales cosmopolites, se trouvent répandues sur toute la calotte nord de notre globe. Si nous prenons nos espèces spéciales et que nous étudions leurs affinités avec les espèces des pays voisins, nous trouvons encore à peu près les mêmes relations. En résumé, dans notre flore actuelle, nous trouvons : 1° un grand nombre d'espèces méditerranéennes; 2° une flore plus boréale, encore très importante, actuellement réfugiée sur les montagnes, dans les endroits frais et même pour quelques espèces dans le sud; 3° des vestiges d'une flore alpine ; 4° une forte proportion d'espèces endémiques, les unes appartenant aussi à la flore des montagnes et qui ont dû être toujours les commensales de nos plantes européennes, d'autres doivent être des débris de l'ancienne flore des hauts plateaux et de celle du Sahara lors de la période glaciaire, comme par exemple les genres monotypes actuels des hauts plateaux; 5° un courant important de plantes orientales venues peut-être à diverses époques et ayant parfois pénétré à travers l'Algérie jusqu'en Espagne ou même dans le midi de la France et de l'Italie.

Il est bien difficile de déterminer toutefois ce qui, dans les flores actuelles, tient à un ancien état de choses ou au transport relativement récent des espèces par l'homme et les animaux. Les introductions d'origine américaine ont en général leur histoire, mais combien d'autres ont pu passer inaperçues? En présence de la difficulté actuelle d'importer des espèces d'un pays dans un autre en dehors des cultures, il y a lieu de se demander si toutes les espèces de l'ancien monde n'ont pas été déjà véhiculées et dispersées en tous sens, de façon que chacune d'elles occupe aujourd'hui toutes les localités où elle est capable de se maintenir.

Digitized by Google

M. Émile BELLOC

Chargé de Missions scientifiques, à Paris.

LA FLORE ALGOLOGIQUE D'EAU DOUCE DE L'ISLANDE

— Séance du 10 août 1894 —

La flore algologique de l'Islande, surtout la flore d'eau douce, a été jusqu'ici fort peu étudiée. Aussi, à part les listes publiées par MM. Zoëga (1772), Mohr (1789), W. Hooker (1809), Wahl (*Voyage de la Recherche*, VIIe livre, p. 337, 1841), et le Dr L. Lindsay (1861), qui ne présentent pas toujours un caractère suffisant d'exactitude pour permettre de se référer à leurs travaux, était-il presque impossible d'avoir aucun renseignement sérieux sur la flore lacustre de ce pays.

Il en était à peu près de même pour la faune, lorsque, au retour d'une mission accomplie dans le nord de l'Islande, M. Ch. Rabot distribua ses récoltes entre différents naturalistes.

M. le baron J. de Guerne, président de la Société centrale d'Aquiculture de France, et M. le Dr J. Richard étudièrent particulièrement les Cladocères, les Copépodes, les Ostracodes, les Rotifères et les Protozoaires d'eau douce (1). M. E. Simon se chargea des Arachnides (2) et M. le Dr Sénac des Coléoptères (3).

Enfin, M. Rabot m'ayant confié les résidus de ses pêches, qui, malheureusement, avaient séjourné dans différents laboratoires avant d'arriver jusqu'à moi, j'ai pu néanmoins en faire l'analyse au point de vue des végétations microscopiques qu'elles contenaient.

Un grand nombre d'algues, — notamment parmi les Spirogyrées et les Desmidiées, — fort maltraitées par une immersion trop prolongée dans

(1) Jules de Guerne et Jules Richard, *Voyage de M. Charles Rabot en Islande. Sur la faune des eaux douces.* (*Bul. Soc. zool. de France*, t. XVII, p. 75, 1892.)
(2) E. Simon (*Bul. Soc. entomol. de France*, séance du 25 novembre 1891, p. CLXXVI).
(3) Dr Sénac (*Bul. Soc. entomol. de France*, séance du 27 janvier 1892, p. XXVIII).

Digitized by Google

l'alcool, étaient absolument indéterminables. D'autres, au contraire, telles que les Diatomées, avaient suffisamment conservé leurs caractères spécifiques pour pouvoir être classées avec certitude.

En 1892, M. Gaston Buchet fit, tout spécialement à mon intention, de nombreuses et abondantes récoltes dans les eaux douces de l'Islande. Envoyées directement au Ministère de l'Instruction publique, on s'empressa de me les faire tenir aussitôt, ce qui me permit de les étudier immédiatement, et d'en donner une analyse succincte, dans une séance du Congrès des Sociétés savantes réuni à la Sorbonne le 17 avril 1893.

Ce sont donc les matériaux recueillis par ces deux vaillants explorateurs, qui ont servi exclusivement pour dresser le catalogue ci-après.

*
* *

Les genres suivants ont fourni :

SCHIZOPHYCEÆ Cohn et CHLOROPHYCEÆ (Kütz.) Wittr.

Nos		Esp.	Nos		Esp.	Nos		Esp.
				Report . . .	11		*Report* . . .	26
1	Chroococcus. . . .	2	10	Œdogonium . . .	1	19	Hæmatococcus. . .	1
2	Merismopedia . . .	1	11	Hormiscia.	6	20	Pediastrum	1
3	Aphanothece. . . .	1	12	Draparnaudia . . .	2	21	Hydrurus	1
4	Lyngbia.	1	13	Conferva.	1	22	Glœocystis.	1
5	Plectonema	1	14	Microspora	1	23	Trochiscia.	1
6	Stigonema.	1	15	Trentepholia . . .	1	24	Protococcus. . . .	1
7	Tolypothrix. . . .	1	16	Rhizoclonium. . .	1	25	Mougeotia.	1
8	Nostoc.	2	17	Cladophora	1	26	Zygnema..	6
9	Anabæna.	1	18	Vaucheria.	1	27	Spirogyra	3
	A reporter. . .	11		*A reporter*. . .	26		TOTAL. . . .	42

Les 42 formes de ce tableau sont ainsi décomposées :

Soit : 27 genres { 37 espèces.
5 variétés.

TOTAL. . . 42 (1).

(1) Les espèces contenues dans ce tableau ont été examinées par M. Paul Hariot, qui a bien voulu se charger de les étudier ; leur détermination offre donc un caractère absolu d'authenticité. Parmi les 42 formes qu'il a énumérées dans une Notice spéciale (*Journal de Botanique*, de M. Louis MOROT, 1er et 16 septembre 1893), M. HARIOT dit que trois espèces seulement pourraient être nouvelles ; malheureusement, leur mauvais état de conservation n'a pas permis d'en faire une étude suffisante pour en donner des diagnoses complètes. Bien que la présente étude soit consacrée aux algues d'eau douce, on doit signaler les récoltes de M. Henry, ancien commissaire de la marine. Ces récoltes presque exclusivement formées d'algues marines, avaient été obligeamment mises à la disposition de M. Hariot par l'éminent académicien M. Edouard Bornet.

Digitized by Google

DESMIDIÉES

Nos		Esp.	Nos		Esp.	Nos		Esp.
				Report . . .	27		*Report* . . .	35
1	Closterium.	5	4	Staurastrum. . . .	4	7	Penium	2
2	Cosmarium	20	5	Calocylindrus . . .	3	8	Mesotenium. . . .	2
3	Tetmemorus. . . .	2	6	Astrodesmus. . . .	1			
	A reporter. . .	27		*A reporter*. . .	35		TOTAL. . . .	39

Soit : 9 genres ou 39 espèces.

DIATOMÉES

Nos		Esp.	Var.	Nos		Esp.	Var.	Nos		Esp.	Var.
					Report. .	15	2		*Report*. . .	49	9
1	Achnantes. .	2	»	9	Epithemia. .	4	1	17	Nitzschia . . .	14	1
2	Amphora . .	1	»	10	Fragilaria. .	1	1	18	Odontidium . .	2	1
3	Ceratoneis. .	1	1	11	Gomphonema	3	»	19	Pleurosigma. .	2	»
4	Cocconeis . .	1	»	12	Grunowia . .	1	»	20	Surirella. . . .	3	3
5	Cyclotella . .	1	»	13	Himantidium	2	»	21	Stauroneis. . .	3	1
6	Cymbella. . .	5	1	14	Ma.togloia. .	2	1	22	Synedra. . . .	3	1
7	Denticula . .	2	»	15	Méridion . .	1	1	23	Tabellaria. . .	3	»
8	Diatoma. . .	2	»	16	Navicula . .	20	3				
	A reporter.	15	2		*A reporter*.	49	9		TOTAL . . .	78	16

Soit : 23 genres { 78 espèces.
16 variétés.

TOTAL. . . 94

En résumé, les tableaux ci-dessus fournissent un total de 175 espèces d'algues appartenant à 59 genres. Ceci n'est qu'un simple aperçu de la flore algologique d'Islande; néanmoins ce premier travail peut déjà donner une idée générale de la végétation d'eau douce de cette terre volcanique, « située sur les confins de la mer Glaciale, mi-partie en Europe et mi-partie en Amérique... où deux éléments contraires, *glace* et *feu*, sont perpétuellement en lutte... », comme le fait judicieusement observer M. le Dr Henry Labonne (1).

Les matériaux rapportés par M. Rabot ont été récoltés dans différentes régions de l'île, principalement au lac de Laugarvatn, à l'ouest, où

(1) Dr Henry LABONNE, *l'Islande et l'Archipel des Fœrœr*. Paris, 1888

Digitized by Google

viennent sourdre des sources sulfureuses thermales; et, vers le sud, au grand lac de Thingwalla, près de Reykjavik. A l'est, ils ont été recueillis dans une mare très peu profonde, sur la partie la plus élevée du plateau qui se trouve entre le Lagarfljöt et Seydisfjörd, où les plantes marécageuses abondent, et au fond d'une dépression tourbeuse de la vallée de Lagarfljöt. Au nord, dans la région d'Askureyri.

M. G. Buchet, — dont les récoltes ont mis à ma disposition une très grande quantité d'espèces, — a exploré les localités suivantes : lac de la montagne d'Ikardanupr, environs de Dyrafjörd, Trangisvag, Hjardardalr (Dyrafjörd, rive droite de la vallée, un peu avant Lambadalr), source thermale de Reijkjanes (Isafjördardjup), dont la température variait de 45 à 60 degrés centigrades, et une flaque d'eau tourbeuse et peu profonde d'Arnardfjörd (Fosfjörd), située à 200 mètres environ de la cascade de ce nom.

Près de la mer, le grand lac Vastnsfjörd, et une flaque d'eau douce, — sur les rochers qui bordent le rivage, — dans laquelle la mer lance des embruns, m'ont fourni des plantes fort intéressantes. Une récolte provenant d'un endroit voisin de ce lac — où la mer doit pénétrer pendant les grandes marées, mais dont l'eau n'a pas de saveur salée, d'après M. Buchet, — contenait quelques algues marines (*Myriotrichia filiformis* et *Podosira?*).

Les autres localités citées dans le présent travail ont été visitées par M. Ch. Rabot.

***

En résumé, bien que ces algues aient été récoltées, en majeure partie, dans des eaux chaudes, puisque la température des sources thermales de Reijkjanes (Isafjördardjup) varient de + 45° à + 60° (12 août 1892), les caractères spécifiques de ces végétations aquatiques ne paraissent pas avoir sensiblement été changés. Cependant, il y aurait grand intérêt à les examiner sur place, ou à les préparer immédiatement après leur récolte, en vue d'une étude ultérieure.

La flore algologique de l'Islande et celle des Pyrénées offrent plusieurs points de ressemblance.

En ce qui concerne les Desmidiées, les genres *Cosmarium* et *Staurastrum* paraissent prédominer, dans l'un comme dans l'autre pays. Quant aux Diatomées, bien que les matériaux mis à ma disposition ne m'aient fourni aucun spécimen appartenant au genre *Campylodiscus*, — si abondant au

Digitized by Google

Maroc (1), en Algérie et en Tunisie (2), ainsi que dans les Pyrénées (3), — mon opinion est qu'il doit exister en Islande, en compagnie de *Cymatopleura*, *Rhoicosphenia*, *Tetracyclus*, etc., et que des circonstances fortuites ont seules empêché de les recueillir.

Les espèces appartenant aux genres précités étant très polymorphes et les conditions climatologiques des hautes régions pyrénéennes et celles qui affectent les parties basses de la terre de glace étant similaires, sous plusieurs rapports, cette hypothèse paraît, *a priori*, fort admissible.

Afin de faciliter les comparaisons, de ménager la place et d'éviter les répétitions, j'ai réuni dans le tableau suivant les genres et les espèces observés dans les diverses récoltes citées ci-dessus. Un trait plein marque la séparation des localités explorées par M. Ch. Rabot et par M. G. Buchet. Les numéros d'ordre de la légende explicative ci-après correspondent à ceux qui ont été mis en tête du tableau suivant.

Légende du Tableau de la distribution géographique des ALGUES D'EAU DOUCE de L'ISLANDE.

Nos d'ordre.	Noms des localités.	Nos d'ordre.	Noms des localités.
1	Reijkjavik.	11	Trangisvagfjörd.
2	Thingwalla.	12	Hjardardalr (vallée de Lambardalr).
3	Laugarvatn (lac chaud + 20 degrés.	13	Reijkjanes (Isafjördarjup), (sources thermales + 45 degrés + 60 degrés).
4	Seydisfjörd.	14	Klaksvig.
5	Eskidfjörd.	15	Vestmannayerparfjörd.
6	Faskrudfjörd.	16	Isafjörd.
7	Akureyri.	17	Arnardfjörd (Fosfjörd).
8	Icardanupr.	18	Vatnsfjörd (grand lac).
9	Dyrafjörd.		
10	Route de Skragi (Dyrafjörd).		

(1) M. Édouard BORNET a publié une étude remarquable sur *Les Algues*, de P.-K.-A. SCHOUSBOE, *récoltées au Maroc et dans la Méditerranée* (Paris, libr. G. Masson, 1892). Bien qu'il ne soit pas question des Diatomées dans ce travail, principalement consacré aux algues marines, je tiens à le citer ici, étant donnée son importance capitale au point de vue de la distribution géographique des espèces.

(2) Émile BELLOC, *Recherches sur les Algues des eaux douces, des eaux thermales et des eaux salées d'Algérie, de Tunisie et du Maroc.* (*Revue biologique du Nord de la France*, 5e année, mai 1893 et suiv.)

(3) Émile BELLOC, *Aperçu de la végétation lacustre dans les Pyrénées.* (Assoc. française pour l'avancement des sciences, Congrès de Pau, t. II, p. 412 à 433, Paris, 1892.)

Digitized by Google

TABLEAU de la distribution géographique des ALGUES D'EAU DOUCE de l'ISLANDE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
SCHIZOPHYCEÆ Cohn.																		
CHROOCOCCUS *turgidus* (Kütz.) Näg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
— *macrococcus* (Ehr.) Näg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
MERISMOPEDIA *glauca* (Ehr.) Näg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
APHANOTHECE *stagnina* (Spr.) Rab.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	◉	●	.
LYNGBYA *ochracea*, Thuret.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PLECTONEMA *nostocorum*, Bornet.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	◉	◉	.	.	.	.	.
STIGONEMA *ocellatum*, Thuret.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
TOLYPOTHRIX *lanata*, Wart.	.	.	◉	.	.	.	.	.	.	.	.	●	●	●	.	.	.	.
NOSTOC *humifusum* Carmichael.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.
— n. sp.?	.	.	.	.	.	.	.	.	◉	●	.	◉	●	●	.	.	.	.
ANABÆNA *variabilis*, Kütz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
CHLOROPHYCEÆ (Kütz. p. p.) Wittr.																		
ŒDOGONIUM, sp. (indéterminable).	.	.	.	.	.	.	.	.	.	◉	.	.	.	.	.	.	.	.
HORMISCIA *subtilis* (Kütz), de Toni.	.	.	.	.	.	◉	.	.	.	.	.	.	.	◉	.	.	.	.
— — var. *tenerrima* (Kütz).	.	.	.	.	.	◉	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
— *zonata* (Web. et Mohr), Aresch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	◉	.	.
— *tenuis* (Kütz) de Toni.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *moniliformis* (Kütz), Rab.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— — var. *Brauni* (Kütz), Rab.	.	.	◉	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
DRAPARNAUDIA *glomerata* (Vaucher).	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
— — var. *distans* (Kütz), Hansg.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
CONFERVA *bombycina* (Ag.), Lagerh.	.	.	●	●	.	.	.	.	●	●	.	●	●	●	.	.	●	.

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
MICROSPORA *floccosa* (Vaucher), Thuret.	●	·	·	·	◐	·	·	·	·		●	●	●	·	·	●	·	·
TRENTEPOHLIA *aurea* (L.), Martius.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·
RHIZOCLONIUM *fontinale*, Kütz.	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
CLADOPHORA *crispata* (Roth.) Kütz.	●	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·
VAUCHERIA *ornitocephala*, Ag.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
HÆMATOCOCCUS *lacustris* (Gir.), Rostaf.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
PEDIASTRUM *Boryanum* (Turp.), Menegh.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
HYDRURUS *fœtidus* (Vill.), Kirchner.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	●	·	·
GLEOCYSTIS *vesiculosa*, Näg.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	●	·
TROCHISCIA sp. n.?.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·
PROTOCOCCUS *infusionum* (Schr.), Kirchn.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·
MOUGEOTIA *nummuloides*, Hassalt.	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
ZYGNEMA *leiospermum*, de B. *in* Rab	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *stellinum* (Vauch.), Ag.	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— — var. *Vaucheri* (Ag.), Kirchn	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *cruciatum* (Vauch.), Ag.	·	·	●	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *pectinatum* (Vauch.), Ag.	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·
— *parvulum* (Kütz), Cooke.	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
SPIROGYRA *tenuissima* (Hassall), Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·
— *forma tenuissima*, Cooke.	·	·	·	·	●	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *Weberi*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	●	●	·	·	·	·	·	·	·	·
— (indéterminable).	·	·	●	·	●	●	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
DESMIDIÉES																		
CLOSTERIUM *costatum*, Corda.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·
— *acutum*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·
— *lineatum*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·
— *lunula*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CLOSTERIUM *striolatum*, Ehr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
COSMARIUM *calcareum*, W.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *conspersum*, Ralfs.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
COSMARIUM (?)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.
cucumis, Hass.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
— *depoperatum*, Nord.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.
— *globosum*, Blun.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
— *granatum*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	●	.	.	.	.
— *læve*, Rab.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *præmossum*, Bréb.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	●	.	.	.	●	.	.	●	.
— *sportella*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *undulatum*, Corda.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.
— *sphalerostichum*, Nord. et Wittr.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *Brebissoni*, Meneg.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	●	.	●	.	.	.	.	.	.
— *orthostichum*, Lund.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
— *confusum*, Cke.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *ochtodes*, Nord.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *latum*, Bréb.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *botritis*, Meneghinii	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *ponctulatum*, Bréb.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
— *Meneghinii*, Bréb.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.
TETMEMORUS *Brebissoni*, Ralfs	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.
— *granulatus*, Ralfs	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
STAURASTRUM *punctulatum*, Bréb.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *controversum*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *alternans*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *Meriani*, Reinsch.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
CALOCYLINDRUS *oblongus*, Ben.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.
— *calocylindricus*, Ralfs.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
— *de Baryi*, Archer.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ARTRODESMUS *convergens*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·
PENIUM *margaritaceum*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
— *Mooreanum*, Arch.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
MESOTÆNIUM *de Greyi*, Turer.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
— *violacens*, De Bary.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
DIATOMÉES																		
ACHNANTES *exilis*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	●	·	●	●	·	·
— *lanceolata*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·
AMPHORA *ovalis*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	●	●	·	·	·	·	·
CERATONEIS *arcus*, Ehr.	·	·	·	●	·	·	·	●	·	·	●	●	·	·	·	·	·	·
— — var. *amphioxys*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	●	·	·	·	·	·	·	·
COCCONEIS *placentula*, Ehr.	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·
CYCLOTELLA *minutissima*.	·	·	·	·	·	·	·	●	●	·	●	·	●	·	·	·	·	●
CYMBELLA *cæpistosa*, Kütz.	·	·	·	●	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	●	·	·
— *cistula*, Hemp.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
— — var. *truncata*.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
— *Ehrenbergi*, Kütz	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *lanceolata*, Ehr.	·	·	●	·	·	·	·	●	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
DENTICULA *elegans*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *obtusa*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
DIATOMA *Ehrenbergi*, Kütz	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·
— *elongatum*, Ag.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·
EPITHEMIA *argus*, Kütz.	·	·	●	·	·	●	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *turgida*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *gibba* (Eh.), Kütz.	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *zebra*, Ehr.	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— — var. *ventricosa*.	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
FRAGILARIA *capucina*, Desm.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	●	·	●	·	●
— — var. *constricta*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
GOMPHONEMA *acuminatum*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *constrictum*, Ehr.	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *geminatum*, Ag.	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·
GRUNOWIA *sinuata*, Rab.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·
HIMANTIDIUM *bidens*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
— *polyodon*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
MASTOGLOIA *Brauni*, Grun	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *Smithi*, Thw	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— — var. *lanceolata*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	◐	·	·	·	·	·
MÉRIDION *circulare*, Ag.	·	·	·	◐	◐	·	◐	·	◐	·	◐	◐	·	·	·	●	·	·
— — var. *constrictum*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
NAVICULA *amphisbœna*, Bory	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	◐	·	·	·
— *amphisbœna*, var. *exilis*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	●	·	·	·
— *appendiculata*, var. *exilis*	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *binodis*, Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	◐	·	·	·	·	·
— *Brebissoni*, Kütz	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·
— *borealis*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·
— *crassinervia*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *cuspidata*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
— *dicephala*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *elliptica*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	●	·	·	●	·	·	●	·	·
— *firma*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·
— *lata*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *limosa*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— — forme alpine (J. BRUN. *Diat. Alpes, Jura*)	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *major*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *mesolepta*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	◐	·	◐	·	◐	◐	·	·	·	·
— *neglecta*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
NAVICULA *nobilis*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	●	·
— *radiosa*, Kütz.	·	·	●	●	●	·	·	·	·	·	●	·	●	·	·	●	·	●
— *stauroptera*, Grun.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·
— *viridis*, Kütz.	·	·	●	·	·	·	·	●	·	·	●	·	●	●	·	●	·	·
— *viridula*, Kütz.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·
— *vulgaris*, Heib.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
NITZSCHIA *acicularis*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·
— *amphioxys*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	●	·	·
— *angularis*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *communis*, Rab.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *constricta*, Kütz.	·	·	·	●	·	·	·	·	·	●	·	●	●	·	·	·	·	·
— *Kützingiana*, Hils.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *lata*	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *linearis*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *obtusa*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·
— *parvula*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *pecten*, Brun.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *sigma*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	●	·	●	·	·	●	·	·
— *sigmoidea*, Bréb.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— — var. *elegans*.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *sigmatella*, Greg.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *thermalis*, Auerssew.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·
ODONTIDIUM *arcus*.	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	●	·	·	·	·	·
— *hyemale*, Lyngb.	·	·	·	●	·	●	·	·	●	·	·	●	●	·	●	·	·	·
— — var. *mesodon*, Brun.	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	●	·	·
PLEUROSIGMA *attenuatum*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *Spenceri*, W. Sm	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·
STAURONEIS *anceps*, Ehr.	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·
— — var. *elliptica*, Kütz.	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
— *gracilis*, W. Sm.	·	·	·	·	·	·	·	●	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·

Digitized by Google

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
STAURONEIS *phenicenteron*, Ehr.	.	.	●	.	.	.	.	.	●	.	●	●	●	●	.	●	.	.
SURIRELLA *biseriata*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— *ovata*, Kütz.	.	.	.	.	.	●	●	.	.	●	.	.	.	.	●	.	.	●
— — var. *elliptica*.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
— — var. *minuta*, Bréb.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	●	.	.	.	.	.	.	.
SURIRELLA *ovata*, var. *pinnata*, W. Sm.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.
— *robusta*, Ehr.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.
SYNEDRA *biceps*, W. Sm.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.
— *tenuis*, Kütz.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●
— *ulna*, Ehr.	.	.	●	●	●	.	.	●	●	.	●	●	●	.	.	●	.	●
— — var. *splendens*, Rab.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●
TABELLARIA *fenestra*, Kütz.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
TABELLARIA *flocculosa*, Ag.	.	.	.	●	●	●	.	●	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.

OBSERVATION relative aux noms spécifiques employés dans le tableau ci-dessus.

D'après les *Règles de la nomenclature des êtres organisés*, adoptées par les congrès internationaux de zoologie (Paris, 1889; Moscou, 1892), et récemment publiées par M. le Dr RAPHAEL BLANCHARD, membre de l'Académie de Médecine, secrétaire général de la Société zoologique de France, les noms des personnes auxquelles on dédie l'espèce, doivent être toujours mis au génitif. « Ce génitif sera toujours formé par l'addition d'un simple *i* au nom exact et complet de la personne à laquelle on dédie. » Conformément à cette règle j'ai donc écrit: *Brauni*, *Brebissoni*, *Ehrenbergi*, *Smithi*, *Spenceri*, au lieu de *Braunii*, *Brebissonii*, *Ehrenbergii*, *Smithii*, *Spencerii*.

Digitized by Google

M. L. DANIEL

Professeur au Collège de Château-Gontier.

ÉTUDE ANATOMIQUE SOMMAIRE SUR LES DÉBUTS DE LA SOUDURE DANS LA GREFFE

— Séance du 10 août 1894 —

La reprise complète d'une greffe comprend, au point de vue anatomique, deux séries de phénomènes bien distincts.

Les premiers ont pour résultat de réaliser dès le début le contact, aussi parfait que possible, des surfaces simplement juxtaposées dans l'opération de la greffe, c'est-à-dire de souder plus ou moins intimement l'une à l'autre les deux plantes.

Ce contact s'établit, soit par *l'accolement direct des tissus*, soit *à l'aide de méristèmes locaux.*

Je désigne cette première phase sous le nom d'*Union provisoire*; elle a pour but d'assurer, le plus vite possible, le passage de la sève brute du sujet dans le greffon.

Les seconds ont pour effet de produire, par le *fonctionnement des couches génératrices ordinaires*, des tissus nouveaux qui soient en continuité dans le greffon et le sujet, et qui, dans la majeure partie des cas, en réalisent l'*Union définitive* ou deuxième phase.

La première phase est très facile à réaliser. Il est, en effet, fort rare que deux plantes quelconques greffées ne se soudent pas, au moins pour quelques jours. (Cette exception a lieu dans les Fougères, etc.).

Je suis arrivé à souder ainsi ensemble des plantes extrêmement différentes tant au point de vue de la structure (Carotte, plante monostélique, placée sur tubercule polystélique d'*Œnanthe crocata*), que de la position systématique (*Reseda luteola* sur *Lychnis*, etc.), ou des produits de la sève élaborée (Chou sur *Helleborus fœtidus*, etc.).

Mais cette soudure première n'implique nullement la réussite définitive de la greffe, bien qu'elle dure parfois longtemps, surtout en hiver, et que l'on ne puisse assez souvent séparer sujet et greffon sans provoquer des déchirures.

Digitized by Google

Beaucoup de greffes entre plantes de familles éloignées ne dépassent pas la première phase.

D'une façon générale, une greffe n'est réussie qu'après la seconde phase. Encore n'est-ce pas absolu, car quelques greffes peuvent la franchir et périr ensuite pour des raisons indépendantes de la cicatrisation des tissus.

PREMIÈRE PHASE. — UNION PROVISOIRE.

Premier cas.

Les tissus du sujet et du greffon se correspondent exactement.

Pour plus de simplicité, je supposerai tout d'abord que le greffon et le sujet sont de même grosseur, que leurs tissus respectifs se correspondent exactement, conditions qui se trouvent quelquefois réalisées dans la pratique.

La cicatrisation provisoire comprend trois stades bien nets.

a. — *Accolement des tissus à l'aide de la substance réunissante.* — Dès le début, le contenu des cellules entamées dans l'opération du greffage se répand dans les interstices de la plaie, se fusionne avec les produits d'exosmose des cellules et les débris des membranes déchirées. Le tout se transforme en une matière, de composition éminemment variable, brunâtre, épaisse, qui se solidifie assez rapidement et opère la première réunion des surfaces juxtaposées.

Je désignerai cette matière, quelle qu'en soit la nature, sous le nom de *substance réunissante.*

Au microscope, sur une coupe transversale ou longitudinale, on aperçoit alors, correspondant aux points de contact des deux plantes, une ligne irrégulière, de couleur foncée, dont l'épaisseur est plus ou moins grande suivant que le contact est plus ou moins imparfait.

Quand les plaies sont trop éloignées, la substance réunissante est insuffisante pour remplir tout l'intervalle, et la ligne d'union, quoique continue, présente çà et là des sortes de boutonnières irrégulières d'étendue très variable.

Ces boutonnières sont peu accusées dans les greffes herbacées, mais elles sont en général de grande dimension dans les greffes ligneuses.

La substance réunissante se colore en rouge sous l'action de la fuchsine ammoniacale, et souvent en vert sous l'action du vert d'iode. Elle se contracte rapidement dans l'alcool à 90 degrés et aussi, mais plus lentement, par dessiccation à l'air libre.

C'est ainsi que des greffes faites depuis quatre à cinq jours, exposées au

Digitized by Google

soleil, se séparent complètement en quelques heures par ce retrait de la substance réunissante.

De là, au moins en partie, la nécessité de maintenir, quand on opère à l'air libre, les parties blessées légèrement humides, et cela principalement au début, surtout dans la greffe herbacée. Cette nécessité était constatée depuis longtemps, mais on n'avait pu en donner jusqu'ici la vraie raison.

La substance réunissante est très hygrométrique; sa perméabilité assure le passage partiel de la sève brute du sujet dans le greffon et permet à ce dernier de regagner en partie l'eau qu'il perd sous l'influence de la transpiration (1).

Ces phénomènes ont une durée qui dépend des conditions extérieures : saison, température, âge de la plante, activité relative des tissus, etc.

Un certain nombre de greffes s'arrêtent à ce premier stade de la reprise, puis pourrissent (Monocotylédones diverses, Éclaire et Laitue, etc.).

J'ai observé des faits analogues sur des coupures longitudinales ou transversales (fentes-coupures) de Bambou, de Maïs, etc.

b. — *Résorption partielle de la substance unissante.* — Quand la greffe doit dépasser ce premier stade, il se fait, au bout de quelques jours et par places, une résorption de la substance réunissante. C'est par les endroits où le contact a été le plus parfait et où l'épaisseur de la substance est la moindre que débute cette disparition.

Dans ces endroits, les membranes des cellules se trouvent alors en contact direct et s'accolent si intimement qu'on ne distingue plus leur soudure que par une épaisseur plus grande de la membrane à ce niveau.

Au lieu d'une ligne continue, on aperçoit alors au microscope une série de traits bruns, irréguliers, séparés par les intervalles de dimensions variées où la substance réunissante s'est résorbée.

Il y a donc en ce moment une communication directe entre le sujet et le greffon.

Beaucoup de greffes dites hétérogènes arrivent à ce deuxième stade, puis meurent (Muguet sur Sceau de Salomon, etc., etc.).

Enfin il y a des greffes qui peuvent subsister longtemps à cet état. La durée du deuxième stade me paraît en rapport avec la carnosité de la plante. Ainsi il dure de quatre à sept jours dans le Haricot, de trois à quatre semaines dans le Chou, et peut se prolonger jusqu'à six semaines dans le Lis blanc.

(1) Voir L. DANIEL, *De la transpiration dans la greffe herbacée* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 30 avril 1892) et *Recherches morphologiques et physiologiques sur la greffe* *Revue générale de Botanique*, janvier et février 1894).

Digitized by Google

c. — *Fonctionnement des méristèmes locaux.* — Mais quelque tranchant que puisse être le greffoir et quelle que soit l'habileté de l'opérateur, il est presque impossible que le contact entre les deux plantes juxtaposées soit assez parfait pour qu'il ne se forme aucune des boutonnières dont j'ai parlé plus haut.

Les choses se passent de diverses manières, suivant la grandeur de ces boutonnières et leur position par rapport aux tissus respectifs du sujet et du greffon.

Si elles sont de trop grande taille, elles peuvent ne se combler qu'au moment de l'*Union définitive*, ou bien rester béantes et compromettre ultérieurement la réussite de la greffe.

Tout en étant de dimensions suffisamment petites pour se fermer facilement, il peut arriver que certaines boutonnières restent béantes. Il en est ainsi quand elles sont entourées de toutes parts par des tissus morts ou ayant perdu la faculté de redevenir générateurs (bois, sclérenchyme, collenchyme, écorce âgée, etc.).

Les parois de ces boutonnières se nécrosent assez souvent par la suite, surtout dans les greffes de végétaux semi-herbacés et de plantes ligneuses.

Lorsque les boutonnières se trouvent situées au milieu de tissus jeunes ou susceptibles de le redevenir (parenchyme libéro-ligneux et médullaire, plus rarement parenchyme cortical), les cellules de bordure repassent à l'état de méristème dans le sujet et le greffon, ainsi que je l'ai indiqué déjà dans une précédente Note (1).

Par suite du fonctionnement de ces méristèmes locaux, la boutonnière se rétrécit de plus en plus ; les cellules nouvelles arrivent à se toucher bientôt ; la mince couche de substance réunissante qui tapissait la boutonnière est résorbée et l'union des deux plantes est réalisée plus intimement encore que précédemment.

A ce moment la séparation du sujet et du greffon ne peut plus se faire sans déchirures.

Jusqu'alors les parties externes blessées, restées au contact de l'air extérieur, laissaient encore perdre une partie de la sève brute et de la sève élaborée. Du liège de cicatrisation ne tarde pas à se former, suivant les procédés ordinaires, par des méristèmes locaux de l'écorce, et la perte de sève par la blessure se trouve ainsi complètement arrêtée.

Un nombre très considérable de greffes hétérogènes arrivent à ce troisième stade sans le dépasser (*Reseda* greffé sur *Lychnis*, Chou sur Hellébore, etc., etc.).

Les fentes-coupures d'Hémérocalle, de Glaïeul, de Lis, la greffe en fente

(1) L. Daniel, *Sur la greffe des parties souterraines des plantes* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 21 septembre 1891).

Digitized by Google

de la tige très jeune de *Canna*, présentent des méristèmes de ce genre.

Il est donc faux de prétendre, comme on l'a fait, que les tissus des Monocotylédones ne peuvent redevenir générateurs (1).

La reprise anatomique dans la greffe herbacée en approche se fait de la même manière que dans la greffe en fente si l'on a entamé les divers tissus. Mais si l'on n'entame que l'écorce, la soudure se fait par les couches corticales profondes ; l'épiderme, le collenchyme et le sclérenchyme, quand ils existent, ne jouent aucun rôle dans la cicatrisation.

Dans les greffes en approche ou en fente des végétaux ligneux, comme dans leur fente-coupure, l'*Union provisoire* est réduite à son minimum d'importance et de durée, à cause de la prédominance des tissus âgés ou morts. L'accolement à l'aide de la substance réunissante ne se fait guère qu'au niveau des couches génératrices.

Dans les greffes en écusson, au contraire, l'*Union provisoire* est très marquée, mais généralement de courte durée quand l'opération doit réussir. La greffe se fait dans un tissu en pleine activité ; le passage à la deuxième phase s'opère avec le maximum de rapidité, mais sans faire disparaître entièrement les vestiges de la première phase qui persistent parfois fort longtemps.

Deuxième cas.

Les tissus du sujet et du greffon ne se correspondent pas.

Jusqu'ici j'ai étudié la reprise provisoire en supposant que les tissus se correspondaient exactement dans le sujet et le greffon. Or, il en est rarement ainsi, puisqu'en général le greffon est plus petit que le sujet.

Suivant chaque cas particulier, les tissus les plus divers peuvent alors se trouver en contact (bois, liber, parenchyme libéro-ligneux, médullaire ou cortical, sclérenchyme, couches génératrices, etc.), et affecter des dispositions variées.

Mes greffes herbacées m'ont présenté toutes les combinaisons possibles ; l'*Union provisoire* est toujours bien marquée, et, comme dans le cas précédent, on observe l'accolement direct des tissus, ou la réunion à l'aide de méristèmes locaux d'origines diverses.

En greffant, par exemple, la tige d'un jeune Chou sur la tige de la Mauve, j'avais placé une plante à moelle très développée sur une plante essentiellement ligneuse. La moelle du Chou a fourni des méristèmes qui se sont réunis aux méristèmes produits par les rayons médullaires de la Mauve.

(1) Consulter le travail de M. Figdor sur les rhizômes d'Iris (*Experimentelle und histologische Studien über die Erscheinung der Verwachsung im Pflanzenreiche*, 1891).

Digitized by Google

La tige très jeune de *Faba vulgaris* greffée en approche sur une tige de même âge de *Pisum sativum* m'a montré l'accolement direct des écorces encore jeunes, la soudure de l'écorce et des méristèmes libériens, et inversement celle du liber avec un méristème cortical.

La greffe sur tiges de l'Hellébore et du Chou m'a montré l'accolement direct du bois et de la moelle, du bois et des méristèmes médullaires, etc.

Toutes ces greffes présentant un premier et un deuxième stade très net, on peut conclure que rien d'essentiel n'est modifié dans le procédé général de la reprise et de la cicatrisation que j'ai précédemment décrit; la substance réunissante, lorsqu'elle est assez abondante, cimente indifféremment tous les tissus.

Seul, le comblement des boutonnières présente quelques particularités intéressantes quand elles sont bordées en partie seulement par des tissus vivants. Ceux-ci, repassant seuls à l'état de méristème, viennent s'appliquer directement sur les tissus morts ou âgés; mais il reste toujours entre ceux-ci et les tissus nouveaux une ligne de substance réunissante. sans qu'il y ait soudure intime et directe des membranes, comme cela se fait dans les parties jeunes.

Il va de soi que ces tissus nouveaux peuvent provenir, soit uniquement du sujet, soit du greffon seul, soit des deux à la fois, suivant que les boutonnières sont bordées, en partie ou en totalité, par des couches vivantes, bien que ces couches ne se correspondent plus.

D'après ce qui précède, l'*Union provisoire* se fera entre les plantes les plus diverses. J'ai réussi à souder ainsi un grand nombre de plantes très éloignées au point de vue de la classification. Ce n'est donc pas dans cette première phase de la cicatrisation que réside en général la cause de l'insuccès des greffes hétérogènes, mais bien dans la deuxième phase (*Union définitive* ou *Rupture de l'association provisoire*) que je ne puis décrire ici, faute de place et qui fera l'objet d'une Note ultérieure.

Les phénomènes que je viens de passer rapidement en revue sont absolument identiques à la cicatrisation d'une fente-coupure longitudinale dont on maintient les deux lèvres rapprochées à l'aide d'une ligature.

Ils avaient été en grande partie méconnus jusqu'ici, car la plupart des anatomistes qui se sont occupés de la greffe ont étudié seulement les greffes herbacées complètement reprises et les greffes ligneuses où la première phase, peu marquée, est plus difficile à observer.

Digitized by Google

M. C. QUEVA

Docteur ès sciences, Préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Lille.

ANATOMIE DE LA TIGE DE LA VANILLE

(*Vanilla planifolia* Andr.)

— Séance du 10 août 1894 —

La tige de la Vanille (*V. planifolia*) porte des feuilles alternes disposées suivant le cycle $\frac{1}{2}$.

PARTICULARITÉS HISTOLOGIQUES

Chacune des cellules épidermiques renferme un cristal d'oxalate de chaux prismatique.

Une gaine mécanique (G, *fig. 1*) de une ou deux assises cellulaires sépare le tissu fondamental interne du tissu fondamental externe. L'amidon est réparti dans le tissu fondamental interne et dans les deux ou trois assises profondes du tissu fondamental externe. On observe aussi des cellules à raphides.

DESCRIPTION DES FAISCEAUX D'UNE SECTION TRANSVERSALE MOYENNE DANS UN ENTRE-NŒUD

Les faisceaux sont tous placés dans le tissu fondamental interne. Chacun d'eux est protégé en arrière par un arc de fibres mécaniques comprenant ordinairement deux assises de cellules.

Les faisceaux les plus grêles sont disposés sur un seul rang à la périphérie du tissu fondamental interne (*p, fig. 1*); chacun d'eux comprend en avant deux ou trois éléments ligneux primaires et un petit massif libérien postérieur. Les vaisseaux ligneux et les cellules grillagées de ces faisceaux sont de petite taille.

Les faisceaux les plus nombreux et les plus importants sont plus voisins du centre de la tige. Pour la commodité de la description, la section

Digitized by Google

transversale décrite sera supposée orientée de manière que le plan de symétrie contenant les faisceaux sortants soit antéro-postérieur et que le faisceau médian de la feuille immédiatement supérieure soit situé en avant *(fig. 1)*. Désignons cette feuille par le numéro d'ordre n, son faisceau foliaire médian Mn est le faisceau sortant le plus éloigné du centre de la tige (Mn, *fig. 1*). Le faisceau médian M$(n+1)$ de la feuille $(n+1)$ est situé sur le diamètre antéro-postérieur passant par Mn; c'est, de tous les faisceaux foliaires représentés à ce niveau, celui qui est le plus rapproché du centre.

Dans chacun de ces faisceaux, la région antérieure comprend des trachées situées au milieu d'un amas de fibres primitives, et des vaisseaux ligneux de faible largeur. La masse libérienne, placée entre le bois et

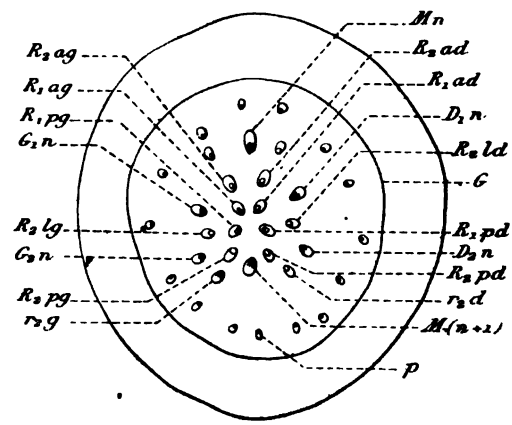


FIG. 1. — Section transversale moyenne d'une tige de *Vanilla planifolia*, GT. 8.

l'arc de fibres mécaniques, ne renferme pas de grandes cellules grillagées.

De chaque côté et en avant du faisceau foliaire Mn se trouve un faisceau qui présente dans sa région antérieure un ou deux grands vaisseaux ligneux (R_2ad, R_2ag, *fig. 1*) (1). On ne voit pas de trachées dans ces faisceaux, du moins lorsque la différenciation est achevée. Le liber de ces faisceaux renferme deux à quatre grandes cellules grillagées autour desquelles sont réparties des cellules annexes.

On trouve un faisceau présentant la même structure de chaque côté et en avant du faisceau foliaire M$(n+1)$. Ces deux faisceaux sont notés R_2pg, R_2pd sur la figure 1.

(1) Je désigne ces faisceaux par R_2 en ajoutant à droite de cette notation les lettres *a* et *d* pour le faisceau antérieur droit, *a* et *g* pour le faisceau antérieur gauche. Les notations seront les mêmes pour les faisceaux homologues situés dans la moitié postérieure, mais la lettre *p* remplacera la lettre *a*.

Digitized by Google

En avant de chacun des faisceaux R_2ad, R_2ag, nous voyons un faisceau (R_1ad, R_1ag, *fig. 1*). Ces deux faisceaux sont placés très près du centre et ne sont séparés l'un de l'autre que par deux ou trois assises de tissu fondamental. La région antérieure de ces faisceaux renferme des trachées et quatre ou cinq vaisseaux ligneux plus petits que ceux des faisceaux R_2 précédemment décrits. Le liber forme une masse assez importante située en arrière du bois; on n'y voit pas de grandes cellules grillagées comme dans les faisceaux R_2.

On voit de même, en avant des faisceaux R_2pd, R_2pg, deux faisceaux plus intérieurs R_1pd, R_1pg. Ces faisceaux sont moins rapprochés l'un de l'autre que les faisceaux R_1ad, R_1ag; ils présentent une trachée dans leur région antérieure et un ou deux grands vaisseaux dans leur région moyenne. Ces vaisseaux ligneux sont moins larges que ceux des faisceaux R_2 décrits ci-dessus. Dans la région postérieure des faisceaux R_1pd et R_1pg, le liber renferme quelques grandes cellules grillagées moins larges aussi que celles des faisceaux R_2.

D'après ce qui précède, on voit que les faisceaux R_1 sont, par leurs caractères, intermédiaires entre les faisceaux sortants et les faisceaux R_2.

Deux autres faisceaux situés en arrière des faisceaux R_1p ont la même structure que les quatre faisceaux R_2 précédemment décrits, ils sont désignés par les notations R_2lg, R_2ld.

A droite et un peu en arrière de R_2lg se trouve un faisceau G_1n, c'est le premier sortant latéral gauche de la feuille n; il a son symétrique D_1n qui est le premier latéral droit. La stucture de ces faisceaux est la même que celle des faisceaux Mn et $M(n+1)$.

De même, à gauche et un peu en arrière du faisceau R_2lg se trouve un autre sortant G_2n : c'est le second sortant latéral gauche; il a un symétrique D_2n.

A droite de D_2n et en arrière du faisceau R_2pd, on voit chez les tiges un peu fortes un petit faisceau r_2d; ce faisceau a également son symétrique r_2g (*fig. 1*).

Tels sont les faisceaux d'une tige moyenne de Vanille dans un entre-nœud de la tige.

ÉTUDE D'UN SEGMENT MOYEN DE LA TIGE

La section transversale moyenne qui vient d'être décrite sera la section basilaire de notre segment moyen. Ce segment porte la feuille n insérée au nœud n.

En montant de la section basilaire du segment vers le nœud n, les deux faisceaux R_1ag et R_1ad se rapprochent de plus en plus l'un de l'autre et

Digitized by Google

finissent par se toucher. En même temps, le faisceau M*n* s'avance graduellement vers la périphérie du tissu fondamental interne.

Au nœud *n*, cinq des faisceaux sortent dans la feuille *n*, ce sont : M*n*, G_1n, G_2n, D_1n, D_2n *(fig. 2)*. Au niveau, où les faisceaux sortants arrivent dans la périphérie du système des faisceaux, les petits faisceaux périphériques sont réunis entre eux latéralement de manière à former des arcs libéro-ligneux diaphragmatiques sur lesquels s'insèrent les faisceaux des racines. Les faisceaux sortants sont reliés à ces diaphragmes.

Les cinq faisceaux foliaires sortis sont réparés de la manière suivante : Les deux faisceaux R_1a se confondent en un seul massif qui fournira : 1° deux faisceaux sortants latéraux symétriques qui prendront les places

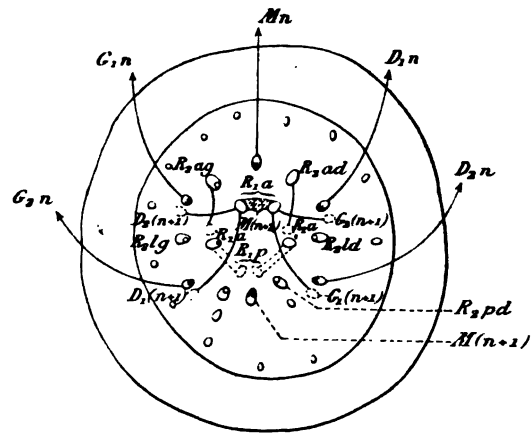


FIG. 2. — Tige de *Vanilla planifolia*. — Projection horizontale du parcours des faisceaux dans un segment.

primitivement occupées par D_2n et G_2n ; 2° un peu plus haut, les deux faisceaux sortants latéraux qui remplaceront les faisceaux D_1n et G_1n ; 3° ce qui restera du massif formera le sortant médian $M(n + 2)$ *(fig. 2)*.

La réparation des faisceaux foliaires se fait donc par les faisceaux R_1a qui sont entièrement employés. Pour remplacer ces faisceaux R_1a, chacun des deux faisceaux R_2a envoie vers le centre de la tige une branche qui remplacera le faisceau R_1a situé du même côté *(fig. 2)*. Ces faisceaux R_1a nouveaux prennent alors la même structure que les faisceaux R_1p de l'entre-nœud *n*, ils reformeront au nœud $(n + 2)$ cinq faisceaux sortants.

En outre, au nœud *n* on voit encore les faisceaux R_1p et R_2p s'anastomoser entre eux. De même les faisceaux R_2l sont momentanément confondus avec les massifs R_2a avant que ceux-ci aient reformé les faisceaux R_1a. Les faisceaux latéraux formés au nœud *n*, en se rendant à leurs

Digitized by Google

places respectives, touchent les massifs formés par les faisceaux R_2l et R_2a.

Dans le segment immédiatement supérieur $(n + 1)$ on voit le faisceau $M(n + 1)$ se diriger vers la périphérie pour sortir au nœud $(n + 1)$ avec les quatre foliaires latéraux formés au nœud n. Ces cinq faisceaux sortis sont réparés par un massif provenant de la réunion des faisceaux R_1p. Ceux-ci se comportent comme les faisceaux R_1a au nœud n, ils sont remplacés à leur tour par deux branches issues des faisceaux R_2p. Au niveau du nœud n ces faisceaux R_1p se déplacent vers le faisceau $M(n + 1)$ et se rapprochent l'un de l'autre *(fig. 2)*.

Dans la Vanille, les racines s'insèrent aux régions nodales à droite et à gauche de la feuille. Les faisceaux de ces racines s'attachent sur le réseau formé par les petits faisceaux périphériques de la tige, ainsi que sur les principaux faisceaux sortants ou réparateurs.

Les faisceaux sortants de cette tige sont représentés à un niveau quelconque par les deux faisceaux médians des deux feuilles situées plus haut, et par les quatre faisceaux latéraux de la feuille immédiatement supérieure. — Chacun des faisceaux foliaires parcourt dans la tige deux entre-nœuds avant de sortir. Les faisceaux latéraux formés à un nœud donné sortent au nœud immédiatement supérieur.

Le système réparateur est représenté par l'ensemble des faisceaux désignés par les lettres R_2, R_1 et r. Parmi les faisceaux R_2, nous distinguerons tout d'abord les faisceaux R_2a et R_2p qui émettent vers le centre de la tige les branches R_1 destinées à réparer les faisceaux sortis *(fig. 2)*.

Les faisceaux R_2l et r_2 ne concourent pas directement à la réparation, ils s'anastomosent au nœud avec les faisceaux voisins et, en particulier, avec les branches R_1 récemment formées, souvent aussi avec des branches sortantes.

Les réparateurs R_1, issus à un nœud $(n - 2)$ d'un réparateur R_2 situé du même côté, se réunissent, au-dessous du nœud n, en un seul massif médian qui fournit quatre faisceaux foliaires latéraux destinés à la feuille $(n + 1)$ et un foliaire médian qui sortira dans la feuille $(n + 2)$.

En somme, si l'on suit de haut en bas les faisceaux d'une feuille insérée au nœud n, on les voit rentrer dans la tige sans s'arrêter dans le tissu fondamental externe. Le faisceau médian parcourt deux entre-nœuds sans changement, puis au nœud $(n - 2)$ se réunit aux faisceaux latéraux de la feuille $(n - 1)$ pour former un seul massif médian. Ce massif se divise un peu au-dessous du nœud $(n - 2)$ en deux faisceaux R_1 qui au nœud $(n - 3)$ s'accoleront aux réparateurs R_2 situés du même côté.

Digitized by Google

Les faisceaux latéraux de la feuille n ne parcourent qu'un entre-nœud dans la tige ; ils se réunissent, au nœud $(n - 1)$, au faisceau médian de la feuille $(n + 1)$ pour former un massif médian qui se divisera plus bas en deux faisceaux R_1.

En résumé, les faisceaux foliaires se dirigent vers le centre de la tige et parcourent un entre-nœud (faisceaux latéraux) ou deux entre-nœuds (faisceaux médians) avant de se jeter sur d'autres faisceaux. Les quatre faisceaux latéraux d'une feuille donnée n et le faisceau médian de la feuille $(n + 1)$ se réunissent en un seul massif au voisinage du centre de la tige. Plus bas, ce massif se divise en deux faisceaux qui retournent vers la périphérie de la tige pour se jeter sur des réparateurs.

L'origine des traces foliaires nous montre que les faisceaux de deux feuilles successives sont reliés ensemble par ce fait que le faisceau médian d'une feuille $(n + 1)$ et les faisceaux latéraux d'une feuille n sont formés au niveau du nœud $(n - 1)$ aux dépens d'un même massif libéro-ligneux.

La tige de la Vanille (*V. planifolia*) peut être caractérisée de la manière suivante :

1° Les faisceaux réparateurs présentent de larges vaisseaux ligneux et de grandes cellules grillagées, ce qui est une conséquence du mode de vie (plantes grimpantes).

2° Les faisceaux de la tige sont très spécialisés et leur structure est différente suivant le rôle qu'ils remplissent dans la tige.

3° Cette tige doit être considérée comme une tige de Monocotylédonée à structure relativement simple. Les faisceaux sont peu nombreux, disposés sur trois rangs. — La course des faisceaux foliaires répond bien à ce schéma dans lequel les faisceaux, en rentrant dans la tige, s'approchent graduellement du centre de la tige pour retourner ensuite vers la périphérie.

4° Les faisceaux foliaires sont tous empruntés à une même région de la tige.

5° Une section transversale de cette tige n'est rigoureusement symétrique que par rapport à une droite. La cause principale de cette symétrie tient aux positions toujours différentes des faisceaux foliaires médians représentés à un niveau donné. Il faut considérer au moins deux segments de la tige pour retrouver la véritable symétrie.

6° Comparée à la tige des Dioscorées (qui sont comme la Vanille des Monocotylédonées grimpantes), la tige de la Vanille renferme un nombre de massifs libéro-ligneux plus grand que celui de la tige des Dioscorées. De même que, dans la tige des Dioscorées, les faisceaux sortants alternent avec les faisceaux réparateurs et sont situés sur une courbe extérieure à celle que jalonnent les réparateurs.

Digitized by Google

Chacun des faisceaux sortants est simple et sort tout entier dans la feuille.

La portion réparatrice située dans le secteur compris entre deux sortants voisins, par exemple entre M*n* et D_1n, se compose d'un faisceau antérieur R_1 et d'un faisceau postérieur R_2. De même entre D_1n et D_2n se trouvent deux faisceaux, R_1pd en avant et R_2ld en arrière. Entre D_2n et $M(n+1)$ se trouvent aussi deux masses réparatrices situées l'une derrière l'autre.

De même que chez les Dioscorées, c'est la portion antérieure (ici le faisceau antérieur) qui répare les faisceaux sortis. Le massif réparateur qui, chez les Dioscorées, comprend plusieurs faisceaux confondus est représenté chez la Vanille par deux faisceaux placés l'un derrière l'autre. Les petits faisceaux périphériques, représentés ici par des masses distinctes, sont confondus dans la tige des Dioscorées avec les faisceaux sortants et avec les réparateurs.

La tige de la Vanille a donc les caractères d'une tige de Monocotylédonée relativement simple, mais à faisceaux très spécialisés. Ces faisceaux restent distincts et forment au moins trois rangs.

MM. B. RENAULT et C.-Eg. BERTRAND

PREMIÈRES OBSERVATIONS SUR DES BACTÉRIES COPROPHILES DE L'ÉPOQUE PERMIENNE

— Séance du 10 août 1894 —

1° Les bactéries qui font l'objet de cette note ont été observées dans des coprolithes de vertébrés icthyophages provenant des schistes bitumineux de Cordesse, de Lally et d'Igornay. Ces trois localités sont situées au nord-est d'Autun. Les schistes qui y sont exploités appartiennent au système permien inférieur.

2° Le coprolithe de Cordesse est identique à ceux que M. Gaudry a cru pouvoir attribuer à un reptile très remarquable par ses caractères ar-

Digitized by Google

chaïques, l'*Actinodon Frossardi*. Ce coprolithe, long de 35 millimètres, large de 17 millimètres, consiste en une bande de 20 millimètres, épaisse de $0^{mm},6$, roulée en hélice. Le tour externe forme manteau à la partie antérieure. En arrière chaque tour dépasse celui qui le précède d'une certaine quantité et tous vont se retrécissant jusqu'au septième qui forme en quelque sorte l'axe du coprolithe et sa pointe postérieure. La bande coprolithique a son maximum d'épaisseur (1 millimètre) dans le quatrième tour. Dans le septième tour, les matières alimentaires, incomplètement digérées, ont encore leur structure reconnaissable. Elles ne sont pas tassées, leur arrangement en bande est très imparfait. Cette conformation du coprolithe de Cordesse indique une valvule spirale très accusée chez l'animal qui l'a produit.

3° Le coprolithe de Lally diffère peu de celui de Cordesse. La disposition spirale de la bande résiduelle est aussi très accusée, mais avec des chevauchements qui n'existent pas dans le premier. Les bols de la masse alimentaire n'y sont pas reconnaissables.

4° Le coprolithe d'Igornay est très différent des deux autres; il montre encore l'action d'une valvule spirale, mais cet appareil fonctionnait autrement. En effet, à partir du troisième tour, la bande forme des plis rayonnants du centre à la périphérie. Bien que les matières alimentaires y soient complètement digérées, la limite des bols et leurs plis sont encore très visibles. Ce coprolithe d'Igornay provient d'une espèce animale différente des deux autres.

5° Ces coprolithes contiennent de nombreuses écailles de *Paleoniscus* qui paraissent toutes provenir de la même espèce ou d'espèces très voisines. L'alimentation icthyophage était donc la même pour les divers animaux auteurs de ces coprolithes.

6° Le coprolithe de Cordesse ne présente de bactéries que dans ses trois premiers tours externes. Celui d'Igornay en présente dans toute sa masse. Elles sont au même état que dans celui de Cordesse. Leur nombre atteint environ 12.000 par millimètre cube. Le coprolithe de Lally a des bactéries dans toute sa masse. D'après nos relevés nous avons calculé qu'il y en avait 140.000 par millimètre cube.

7° Les bactéries du coprolithe de Cordesse sont des bâtonnets rectilignes, d'épaisseur uniforme, non cloisonnés, longs de 14 à 16μ, remarquablement larges, car ils mesurent en moyenne 2μ,5 et atteignent 3μ,3. Ils sont arrondis aux deux bouts. Quand ils atteignent 20 à 25μ les bâtonnets sont formés de deux articles contigus placés dans le prolongement l'un de l'autre. Quand les bâtonnets sont plus longs, les articles sont nettement écartés, ou bien ils font entre eux des coudes brusques. On trouve aussi des streptobacilles ou chaînettes d'articles, mais cette forme est surtout commune entre les bols alimentaires du troisième tour. Au contraire,

Digitized by Google

l'état ordinaire dans les deux premiers tours est celui d'élément isolé ou encore de diplobacille. Dans cette région plus externe, les éléments se séparaient après une ou deux divisions. Là où les bacilles sont en chaînettes, ils sont tous alignés entre les bols alimentaires, ou dans les plis de ceux-ci. Dans les deux premiers tours, on voit des bacilles orientés en tous sens, mais la grande majorité suit encore les contours très effacés des bols nutritifs. Dans ces régions externes on trouve tous les passages entre les éléments bacillaires rectilignes et des articles courbés ou tordus en vibrions. Un plus grand nombre affecte la forme de bâtonnets hélicoïdes à aspect spirillien. Là ou les streptobacilles sont les plus longs, on les voit fréquemment tordus rappelant tout à fait l'aspect que prennent les filaments du *Cladothrix dichotoma* lorsque cette bactérie va donner ses formes mobiles. Ces formes contournées indiquent elles que la bactérie permienne a été douée de mobilité au moins dans l'un de ses états. Cela nous paraît extrêmement probable.

8° C'est l'existence de nombreuses formes de transition entre les états les plus extrêmes que nous ayons reconnus qui nous porte à penser qu'il s'agit d'une seule espèce bactérienne douée d'un certain polymorphisme. Il ne nous est pas possible actuellement de montrer qu'il ne s'agit pas, au contraire, d'un mélange d'espèces. Il est bien évident que le milieu où vivait la bactérie permienne comporte habituellement une grande variété de formes spécifiques.

9° Les éléments bacillaires sont représentés dans la masse du coprolithe de Cordesse par des cylindres solides mesurant 12 à 13 μ de long sur 1 μ,3 à 1 μ,5 de large, arrondis aux deux bouts, d'un même calibre dans toute la longueur, non articulés (1). Autour est une zone vide de 0 μ,4 d'épaisseur, un peu plus épaisse aux deux bouts. Aurait-il existé une gaine muqueuse distincte de la paroi propre des éléments cellulaires, comme cela a lieu chez le *Cladothrix dichotoma* ? Cette structure expliquerait l'épaisseur assez grande de la partie attribuée à la paroi. Plus en dehors vient la masse du coprolithe. Le bâtonnet central représente la masse protoplasmique cellulaire remplacée par de la matière minérale. L'espace entourant est un vide résultant de la destruction de la paroi cellulaire ; il en résulte pour les streptobacilles des sortes de tubes fins le long desquels les éléments cellulaires sont alignés. Là où les bacilles sont nombreux et entre-croisés, leur superposition peut donner l'impression de tubes

(1) Sur plusieurs photogrammes d'articles dont le noyau central a été enlevé mettant à nu la surface de la cavité du tube qui les enfermait, nous avons vu le tube partagé transversalement par des traits distants de 1 μ,7. Cette indication peut faire penser que ce que nous considérons comme un élément bacillaire n'est peut-être qu'une chaîne de petites cellules micrococcoïdes placées bout à bout en direction rectiligne, ce qui donnerait à la bactérie permienne un caractère très spécial. Malgré toutes nos recherches, nous n'avons pas vu cette articulation se reproduire sur le noyau central. Nous sommes donc obligés de le considérer comme représentant un seul élément cellulaire.

Digitized by Google

rameux, mais les photographies résolvent facilement ces divers aspects. La bactérie permienne nous a été conservée à l'état de moulage rendu plus visible par la destruction de sa paroi cellulaire. Ce mode de conservation intervient peut-être pour donner à la bactérie permienne une largeur exceptionnelle. La substance fossilisante a été le phosphate de chaux.

10° Nous n'avons observé ni spores, ni état coccoïde, ni état zoogléique du bacille de Cordesse. Ses dimensions et son histoire nécessairement très incomplète ne nous permettent pas de l'identifier à aucune des bactéries stercophiles actuellement décrites, en particulier au *Bacterium coli commune*. L'état bacillaire semblant être l'état le plus ordinaire de la bactérie permienne, nous la nommerons : *Bacillus permiensis* (1).

11° Les bactéries du coprolithe d'Igornay sont identiques à celles du coprolithe de Cordesse, comme dimensions, comme agencement, comme mode de conservation, comme rapports avec les bois alimentaires ; mais ici le coprolithe est envahi par les bactéries dans toute sa masse. Malgré son origine, nous pensons donc que les bactéries bacillaires du coprolithe d'Igornay sont les mêmes que celles du coprolithe de Cordesse ; nous croyons qu'il s'agit toujours du *Bacillus permiensis*.

12° Dans le coprolithe de Lally, nous avons trouvé des bacilles rectilignes longs de 10 à 12 μ, larges de 1 μ, 5 à 2 μ,5, arrondis aux deux bouts. Ils sont parfois longuement alignés. Les bâtonnets de 16 à 20 μ se résolvent en deux articles distincts. On voit des formes urocéphales ou renflées à un bout. Serait-ce l'indice d'une sporulation commençante ? Il y a quelques élements courbés en spirilles. Ces bacilles de Lally sont excessivement nombreux, 140.000 par millimètre cube. La plupart sont parallèles à l'axe du coprolithe. La paroi cellulaire est ici conservée, du moins elle est indiquée par un double trait limitant un contour plus clair, homogène. La cavité cellulaire bien limitée mesure à peu près 1 μ, 3 de large sur 7 à 10 μ de longueur. Elle est souvent toute remplie de pyrite de fer qui la dessine en noir et la rend très visible. Lorsque le sulfure de fer est moins abondant, les cristaux de pyrite se montrent isolés, alignés en file le long du bâtonnet, qui paraît alors nettement cloisonné transversalement par une cause accidentelle dépendant de la minéralisation. Ce cloisonnement transversal des bâtonnets est-il toujours accidentel ? Les photographies en révèlent de très nombreux exemples, comme si chaque bâtonnet résultait toujours d'un empilement de micrococcus arrangés en série rectiligne dans une gaine commune, rappelant ainsi la bactérie de la *tourne des vins*. Ces éléments micrococcoïdes mesureraient à peu près 1 μ de dia-

(1) *Diagnose du Bacillus permiensis :* Eléments bacillaires rectilignes, isolés ou couplés en diplobacilles, longs de 14 à 16 μ, larges de 2 μ,5 en moyenne, atteignant 3 μ,3, avec paroi d'environ 0 μ,4 d'épaisseur, non articulés (?), parfois courbés ou tordus en spirille, ou formant des chaînettes. Habitait les coprolithes de l'*Actinodon Frossardi*. Permien des environs d'Autun.

Digitized by Google

mètre. Il ne nous a pas été possible de reconnaître qu'ils aient été organisés. Nous sommes donc obligés de nous en tenir au caractère bacillaire que présente cette bactérie de Lally et de la considérer comme étant un bacille, plus grêle que celui de Cordesse, à parois plus minces et probablement plus résistantes. Ces caractères sont-ils suffisants pour créer une nouvelle espèce? Nous croyons que c'est s'exposer à multiplier beaucoup le nombre des formes spécifiques que de les établir chaque fois sur des documents si notoirement incomplets. Nous ne créerons donc pas de nom spécifique pour cette nouvelle forme tant qu'il ne nous sera pas possible de la définir plus complètement. La matière fossilisante est encore ici le phosphate de chaux.

13° Les dimensions relativement considérables des organites que nous venons de décrire ne permettent-elles pas de penser qu'il s'agit non d'organismes bactériens, comme nous l'avons admis, mais de cellules dissociées provenant de champignons inférieurs, comme des Mucédinées? Il nous est facile de répondre à cette objection, car nous avons reçu du gisement d'Igornay un autre coprolithe qui nous montre la manière d'être d'une Mucédinée coprophile de cette époque. La membrane cellulaire des éléments mycéliens et des spores y est conservée et teintée comme dans les végétaux supérieurs, ce qui n'arrive pas pour la membrane des éléments bactériens. Bien que de très petites dimensions, les spores de la Mucédinée sont tout autres que les éléments bacillaires. La notion de champignon inférieur à éléments dissociés doit être écartée.

14° La matière fondamentale de ces coprolithes, surtout dans les coprolithes de Cordesse et d'Igornay, n'est-elle pas, elle aussi, de nature bactérienne? Aux plus forts grossissements que puissent supporter nos préparations et sur les photographies, nous observons bien de nombreuses granulations entourées d'un vide, c'est-à-dire l'image que donneraient des micrococcus dont la masse protoplasmique aurait été remplacée par de la matière minérale et la paroi cellulaire détruite. Ces indices sont-ils suffisants pour affirmer que ces corpuscules sont des moulages de micrococcus. Non, car les bols alimentaires se résolvent en granulations analogues quand ils perdent leur structure. En l'absence de caractères précis sur la nature cellulaire des granulations observées, nous serons très réservés et nous ne nous prononcerons ni dans un sens ni dans l'autre. Ces éléments granulaires sont moins abondants dans le coprolithe de Lally que dans les deux autres.

Digitized by Google

M. C.-Eg. BERTRAND

SUR UNE NOUVELLE CENTRADESMIDE DE L'ÉPOQUE HOUILLÈRE

— Séance du 10 août 1894 —

1. — La plante dont je vais indiquer brièvement les principaux caractères, et que je désignerai sous le nom de *Miadesmia membranacea*, est une Centradesmide de l'époque houillère moyenne. J'ai trouvé ses débris associés en abondance à ceux du *Lepidodendron Harcourtii*, With., dans de très belles préparations que je dois à M. Thomas Lomax, auquel j'adresse ici l'expression de ma vive gratitude pour ce bel envoi. Les blocs dont ces préparations ont été tirées viennent de Hough-Hill, près de Staly-Bridge. J'ai rencontré également cette même *Miadesmia* dans des préparations tirées des blocs de Burntisland. Par contre, je ne l'ai jamais aperçue jusqu'ici dans les autres gisements.

2. — La plante très petite, plus petite que la *Selaginella Poulteri*, n'a été rencontrée qu'à l'état fragmentaire. Le plus souvent, ce sont des frondes isolées, d'autres fois ce sont de petites portions de stipes avec frondes attachées. L'indice le plus fréquent, celui qui doit suffire pour provoquer une étude spéciale des échantillons au point de vue de la recherche de *Miadesmia*, ce sont les coupes transversales de la partie membraneuse de ses frondes. Dans les préparations, ces coupes se montrent comme de longues files cellulaires représentant la section de membranes d'un seul rang de cellules. Bien que cet aspect puisse appartenir à de nombreux organes, à des poils scarieux de Fougères, par exemple, il faut, toutes les fois qu'on le rencontre, rechercher spécialement *Miadesmia membranacea*.

3. — Dans les préparations où je l'ai rencontrée, *Miadesmia* était couchée horizontalement à la manière des autres débris végétaux du même bloc, entre-croisée avec eux, insinuée entre eux, mais sans les toucher et sans être comprimée entre eux, arrangés comme le sont des débris végétaux flottés et agglutinés par une gelée très fluide. La masse montre des taraudages de racines aquatiques, de feuilles stigmarioïdes. Une végétation nouvelle, aquatique, s'était installée sur ces masses tourbeuses.

Digitized by Google

4. — Le protoplasme a disparu des éléments cellulaires, leurs membranes sont colorées en brun, elles ne sont pas affaissées.

5. — *Miadesmia* n'a pas été signalée jusqu'ici à l'état d'empreinte. La plante est très petite, $2^{mm},5$ de largeur environ; de plus, elle vivait dans des lieux humides et ombragés, cela ressort nettement de la structure de ses frondes. On ne peut donc espérer la trouver en grands échantillons que mêlée à d'autres plantes. Elle a donc toute chance d'échapper à la vue au milieu des autres empreintes. Puis, à moins de la rencontrer en exemplaires bien étalés et fructifiés, il est infiniment probable que l'on rapportera d'abord les empreintes de *Miadesmia* à des *Jungermannes*. Cependant la fronde et le stipe de *Miadesmia* ont des caractères bien précis, qui les définissent comme fronde et stipe de Centradesmide; mais il est certain qu'il faut un observateur prévenu, particulièrement attentif à ces caractères spéciaux, pour les remarquer. La fronde, pourvue d'une seule nervure médiane, montrera une base épaisse. Sur sa face antérieure on verra une ligule sortant d'un petit sillon situé assez haut sur la partie épaissie. Elle sera bordée sur tout son pourtour d'une large membrane sans poil. De même, si l'on a affaire au stipe, on verra que les frondes y sont insérées en quatre séries conjuguées. A chacune d'elles correspond un coussinet olivaire saillant. Le stipe se ramifie par une dichotomie inégale, avec tendance à placer ses grosses branches en sympode. Il sera donc possible de caractériser *Miadesmia* à l'état d'empreinte, mais à la condition d'y rechercher et de mettre en évidence les caractères que je viens d'indiquer (1).

6. — Bien que *Miadesmia* ne me soit connue que par ses frondes et son stipe, la structure de ces organes est tellement caractérisée qu'il m'est possible d'indiquer la place de cette forme fossile dans la Classification naturelle. *Miadesmia* est extrêmement voisine du genre *Selaginella* dont elle ne se sépare que parce qu'on n'a pas encore constaté chez elle la présence de porte-racines ni de sporanges hétéroporés. Il se pourrait donc que la découverte d'échantillons plus complets forçât à réunir un jour le genre *Miadesmia* au genre *Selaignella*. S'il en était ainsi, le genre *Selaginella* serait un exemple bien remarquable de la persistance sans variation sensible d'un type végétal de l'époque houillère moyenne jusqu'à nos jours. Ce fait serait à rapprocher et à opposer à cette notion généralement admise aujourd'hui que les Sélaginelles sont les plus proches parentes de nos Phanérogames. Il est de même très curieux de constater l'existence

(1) Parmi les débris associés avec *Miadesmia*, plante d'endroits ombragés, très humides, il est curieux de rencontrer de nombreuses feuilles d'une *Sigillaria* à tissu palissadique puissamment développé, à stomates cachés dans deux sillons profonds. Ces Sigillaires, à l'inverse de *Miadesmia*, étaient donc adaptées à un éclairage intense. Ce fait, qui n'est pas isolé, établit la luminosité du ciel à cette époque.

Digitized by Google

simultanée de cette Centradesmide minuscule, plus petite que le *Phyllo-glossum*, à côté des grands Lépipodendrons qui sont les géants de la même classe.

7. — D'après les coupes, la fronde de *Miadesmia* est dans son ensemble une lame triangulaire, longue de $1^{mm},20$, large de $1^{mm},35$, mousse, asymétrique, la moitié la plus proche de la surface de symétrie principale du stipe étant plus petite que l'autre. Une aile membraneuse, d'un seul rang de cellules, borde largement cette fronde sur ses côtés et dans sa partie supérieure. Je ne puis dire si vers le bas cette membrane formait un lobe ou une auricule comme chez beaucoup de nos Sélaginelles. Les cellules marginales n'étaient pas prolongées en poils. Le dos était bombé dans le bas. La fronde était épaisse dans sa partie inférieure, là où circule le faisceau et où se trouve la fosse ligulaire. La fosse ligulaire est profonde de $0^{mm},18$, elle s'ouvre à la face antérieure de la fronde et se prolonge par un sillon qui s'efface peu à peu. La ligule émerge au dehors dans ce sillon et forme même une petite lame courte ($0^{mm},12$) aplatie sur la face supérieure de la fronde. En bas de la fronde est un bourrelet épais qui l'attache antérieurement au stipe. C'est en ce point qu'on trouvera les sporanges dans les organes fructifères. Fait très remarquable chez une Centradesmide houillère, le limbe ne se séparait pas ici du coussinet, la ligule était insérée relativement haut sur le limbe et la nervure unique n'était pas accompagnée de deux cordons parychniques.

8. — La structure des frondes de *Miadesmia* est assez simple. L'assise épidermique externe est formée de cellules étroites dans sa région dorsale ($70 \times 17 \times 17$) (1), plus larges et un peu aplaties à la face interne ($70 \times 26 \times 15$). Vers les bords la double assise épidermique se réduit à un rang d'éléments allongés ($110 \times 21 \times 18$). Cette assise unique fait le tour de la fronde. Les stomates sont gros, bicellulaires, au niveau de l'épiderme, sur les côtés de la région dorsale. Le tissu fondamental est composé d'éléments étroits, courts ($43 \times 16 \times 13$), serrés les uns contre les autres, entre la trace foliaire et l'épiderme postérieur de la fronde. Les cellules deviennent beaucoup plus volumineuses ($107 \times 40 \times 60$) en gagnant les marges de la fronde et sa face antérieure. Ces éléments plus grands se disposent en rayonnant et ils laissent entre eux des méats surtout au voisinage de la face postérieure. Ces méats sont peu volumineux. Il n'y a pas de tissu palissadique différencié. La trace foliaire consiste en un groupe de deux ou trois trachées grêles, en arrière desquelles sont cinq ou six cellules libériennes étroites; en avant sont deux ou trois

(1) Les dimensions des éléments cellulaires sont exprimées en micromillimètres. Elles sont toujours énoncées dans l'ordre suivant : longueur, largeur, épaisseur.

Digitized by Google

fibres primitives. Il existe probablement une gaine casparyenne, mais je n'ai pas vu ses plissements. Les éléments fondamentaux, extérieurs à la gaine, qui lui sont immédiatement contigus, portent de distance en distance des cadres d'épaississement très fins, horizontaux, ou de fines hélices. Ces gaines à épaississements en hélice, ou finement rayées, sont très fréquentes autour des traces foliaires des plantes houillères. La trace foliaire s'élève dans le limbe jusqu'un peu au-dessus de la pointe de la ligule. Au bas de la fronde, la trace foliaire se courbe brusquement, marche presque horizontalement et entre dans le stipe. Cette trace n'est accompagnée nulle part de *parychnos*. — A la base de la fronde, entre la fosse ligulaire et le stipe, est un bourrelet de parenchyme fondamental à grands éléments revêtu d'épiderme.

La ligule est une petite languette longue de $0^{mm},3$, attachée à la partie postérieure de la chambre ligulaire. La largeur de cette languette est d'environ $0^{mm},10$; son épaisseur est de $0^{mm},10$ en bas, $0^{mm},07$ au milieu et $0^{mm}04$ près du sommet. Elle consiste en une couche de cellules épidermiques à parois minces, courtes ($31 \times 23 \times 20$), entourant une masse de petites cellules tabulaires à parois minces, en rangées régulières et sans méats ($29 \times 21 \times 18$). En bas la ligule a jusqu'à quatre rangées de tissu fondamental, vers le haut elle se réduit à une double assise épidermique. La ligule s'attache à la trace foliaire par de petites cellules semblables à celles de la ligule, disposées également en piles régulières.

Immédiatement au-dessous du limbe, l'union de la fronde au stipe se faisait par de petites cellules isodiamétriques. Ce ne sont pas là des cellules subéreuses indiquant un organe caduc, mais simplement des éléments assurant un changement de direction à la jonction de cellules allongées de deux organes differents.

9. — Le stipe est un cylindre horizontal, grêle, bifacial, large de $0^{mm},9$, épais de $0^{mm},5$. Sa face inférieure est plus large que sa face supérieure; celle-ci est fortement déprimée à droite et à gauche de la surface principale de symétrie; c'est sur ces deux dépressions que s'insèrent les deux séries de frondes antérieures f_{ad} et f_{ag}. Les frondes postérieures, un peu plus grandes, forment de même deux files symétriques l'une de l'autre F_{pd}, F_{pg}. L'insertion des frondes est oblique sur le stipe et elle se fait en dehors de ses surfaces de symétrie. J'ai déjà dit que le stipe se ramifiait dichotomiquement, les branches de la dichotomie étant inégales, la plante ayant tendance à disposer ses grosses branches en un sympode. Aux bifurcations, je n'ai pas vu de porte-racines, mais il ne faut pas oublier que j'ai surtout observé les dernières ramifications de la plante. Toutes les particularités de l'extérieur de ce stipe se retrouvent dans les stipes des très petites Sélaginelles et ne se trouvent que chez elles.

Digitized by Google

10. — La structure de ce stipe est très simple. Au centre est un faisceau bipolaire dont le centre de figure coïncide avec le centre de figure du stipe. Sa lame ligneuse est horizontale; la surface de symétrie principale du stipe est donc verticale. Le faisceau étant unique, la seconde surface de symétrie coïncide avec la lame ligneuse et est horizontale. Le bois ne comprend que deux groupes trachéens extrêmes, diamétralement opposés, réunis par sept à huit vaisseaux scalariformes. Les trachées répondent plus particulièrement à la partie sortante du cordon ligneux, tandis que les vaisseaux scalariformes correspondent à sa partie réparatrice. Le liber entoure complètement le bois, il comprend trois à quatre rangs d'éléments grêles allongés, en apparence tous semblables. On ne discerne pas ce qui était amylome et ce qui était tube criblé. — Il n'y a ni gros tubes criblés ni fibres libériennes. La région péricambiale n'a qu'un rang d'éléments. L'émission des traces foliaires se fait latéralement par rapport aux pôles en dessus ou en dessous du plan de la lame ligneuse, selon qu'il s'agit d'une fronde antérieure ou d'une fronde postérieure : ces sorties sont assez rapides. Le faisceau est libre dans une grande lacune. Il est probable que, comme chez les Sélaginelles, il est soutenu dans cette cavité par des trabécules; mais je ne les ai pas vus, je n'ai donc pu constater s'ils présentaient ou non les anneaux de la gaine casparyenne. Les tissus extérieurs du stipe comprennent une assise épidermique à éléments étroits ($90 \times 15 \times 16$ à 25), et sous celle-ci deux à trois rangées de cellules fondamentales très volumineuses ($200 \times 54 \times 66$) ; toutes ont des parois minces.

11. — Les caractères observés chez *Miadesmia :* faisceau bipolaire unique horizontal, dont le centre de figure coïncide avec le centre de figure du stipe, déterminant deux surfaces de symétrie dont la principale est verticale. Traces foliaires indéterminées ou à peine polarisées, le bois étant en avant du liber, ces traces sortant en dehors des surfaces de symétrie de manière à donner quatre files conjuguées. Les frondes à ligule très développée, sans parychnos, à côtés inégaux, le côté le plus éloigné du plan vertical de symétrie étant le plus grand; tous ces caractères, dis-je, se trouvent actuellement dans le genre *Selaginella* et ne se trouvent que chez lui. *Miadesmia* est donc plus voisine des *Selaginella* qu'aucun des autres genres connus. Pour identifier *Miadesmia* avec une Sélaginelle, il faudrait encore y reconnaître des porte-racines et des sporanges de deux sortes : les uns à microspores, les autres à macrospores.

C'est parce que ce caractère n'a pu être constaté jusqu'ici que je me suis décidé à créer un nom générique nouveau pour la plante houillère. Il importe, en effet, pour la Morphologie générale et pour la Classification,

Digitized by Google

de savoir qu'il existait dès le houiller moyen un type végétal extrêmement voisin des Sélaginelles, que la découverte de nouveaux matériaux plus complets permettront peut-être d'identifier complètement au genre *Selaginella*.

M. Léon GUIGNARD

Membre de l'Institut, Professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris.

SUR L'EXISTENCE ET LA LOCALISATION DE L'ÉMULSINE DANS LES PLANTES DU GENRE « MANIHOT »

— Séance du 11 août 1894 —

Parmi les plantes dont les racines tubérifiées servent, dans l'Amérique du Sud, à l'extraction de la fécule de Manioc, il en est qui possèdent des propriétés vénéneuses très prononcées, que l'on a rapportées depuis longtemps à l'acide cyanhydrique. La volatilité de ce principe toxique et la facilité avec laquelle il est détruit, par la fermentation du suc de la racine et par l'action de la chaleur, expliquent comment on retire de cet organe un aliment sans danger.

Deux espèces principales, le *Manihot palmata* Pohl et le *Manihot utilissima* Pohl, sont considérées comme la souche de la plupart des variétés cultivées au Brésil et dans les contrées limitrophes. A la première se rattache le groupe des Maniocs doux ou blancs, à la seconde celui des Maniocs amers ou rouges. Plusieurs auteurs, et en particulier Th. Peckolt, auquel on doit une étude chimique assez récente de ces végétaux, pensent également que beaucoup de variétés proviennent d'autres espèces sauvages, qui toutes se ressemblent par les feuilles et peuvent, sous l'influence de la culture, tuberculiser leurs racines normalement ligneuses et non utilisables pour l'extraction de la fécule.

Th. Peckolt (1) a constaté que les Maniocs doux renferment beaucoup moins de latex dans leur racine que les Maniocs amers. Bien qu'on ait admis que les premiers ne contiennent aucun principe dangereux et que leur racine peut être mangée crue sans inconvénient, cet auteur en a

(1) *Monographia do Milho e da Mandioca*, Rio-de-Janeiro, 1878; et *Pharm. Rundschau*, 1889.

Digitized by Google

pourtant retiré une petite quantité d'acide cyanhydrique. Il n'est donc pas tout à fait exact de dire que les deux sortes de Maniocs rappellent l'opposition qui existe entre les amandes douces et les amandes amères. C'est au moment de la floraison que la quantité d'acide cyanhydrique est la plus élevée : ainsi 1000 grammes de tige de Manioc ont donné 24 milligrammes d'acide cyanhydrique, tandis que le même poids n'en a plus fourni que 2 milligrammes à la maturité. Th. Peckolt a conclu de ses expériences que l'acide cyanhydrique n'est pas préformé dans les organes (1); il prendrait naissance sous l'influence de l'air. Il n'a trouvé d'amygdaline ni dans les Maniocs amers, ni dans les Maniocs doux ; mais dans ces derniers, il existerait un corps amorphe qui donne, au contact des amandes douces, une forte odeur de *Pelargonium*, déterminant facilement des vertiges. Les Maniocs amers renfermeraient trois substances principales : l'acide mannihotique, la mannihotine et la mannihotoxine, auxquels il faut ajouter la sepsicolytine, principe doué d'une action antiputrescible. A la mannihotoxine l'auteur rapporte une partie de l'action des Maniocs amers parce que la proportion d'acide cyanhydrique, contenue dans ces derniers, ne suffirait pas pour en expliquer la toxicité; de 22.680 grammes de racine volumineuse, il n'a, en effet, retiré que 38 centigrammes d'acide cyanhydrique. La racine des Maniocs amers paraît d'autant plus toxique qu'elle contient plus de latex. Mais la richesse en acide cyanhydrique n'est pas proportionnelle à la quantité de latex, très abondant, par exemple, dans les variétés appelées *Mandioca Cambaia*, *M. Pury*, *M. Surucura*. Une espèce sauvage, le *Manihot Pohliana* M. Arg., en fournit plus que les Maniocs cultivés les plus toxiques.

Il était à supposer que la réaction qui donne naissance à cet acide est semblable à celle qui se produit avec les amandes amères au contact de l'eau, et l'on pouvait se demander si l'émulsine qui se trouve dans ces dernières n'existait pas aussi dans les Maniocs.

C'est en effet ce que l'expérience m'a montré. Après avoir constaté la présence de ce ferment soluble, grâce à l'action qu'il exerce sur l'amygdaline, j'ai cherché à savoir quelle est sa localisation dans la plante. Tout d'abord, on peut obtenir les réactions de l'acide cyanhydrique avec un faible poids de feuilles, de racines ou de fleurs; avec la tige il faut un poids de substance plus élevé. Des pieds de *Manihot utilissima* et de *Manihot Carthaginense* M. Arg., cultivés en serre, et dont les racines n'étaient pas tuberculisées, ont servi aux expériences suivantes.

En broyant dans l'eau 1 gramme de racine (ayant à peine un demi-centimètre de diamètre), on perçoit manifestement l'odeur de l'acide cyanhy-

(1) La non-préexistence de cet acide avait déjà été entrevue par DECOREIS, *Étude sur le Manioc*, thèse de l'École de Pharm. de Montpellier, 1879.

Digitized by Google

drique. Le liquide filtré après vingt-quatre heures donne avec l'acide picrique la coloration rouge de l'acide isopurpurique et la réaction de Schœnbein; mais la formation du bleu de Prusse ne peut être obtenue avec assez de netteté à cause de la très faible quantité d'acide cyanhydrique formé.

Si l'on ajoute de l'amygdaline au même poids de racine écrasée en présence de l'eau, les réactions précédentes sont plus accentuées après vingt-quatre heures; d'où l'on peut conclure que le dédoublement de ce glucoside est dû à de l'émulsine, car jusqu'ici on ne connaît pas d'autre ferment soluble capable de dédoubler l'amygdaline.

L'odeur cyanique de la feuille est plus marquée, à poids égal, que celle de la racine, et il suffit de 50 centigrammes pour obtenir des réactions analogues aux précédentes. A en juger par la différence dans l'intensité de la coloration obtenue avec l'acide picrique avant et après l'addition d'amygdaline, la feuille doit être relativement plus riche en émulsine que la racine.

En distillant 10 grammes de feuilles dans l'eau, de façon à recueillir quelques centimètres cubes de liquide, on obtient non seulement la réaction isopurpurique et celle de Schœnbein, mais aussi la formation du bleu de Prusse.

On arrive aux mêmes résultats par la distillation de cinq fleurs femelles, pesant seulement 1 gramme et demi.

Ayant à ma disposition une petite quantité de graines assez récentes de *M. Glaziovii* M. Arg., espèce appartenant au groupe des Maniocs doux, j'ai vu que 30 centigrammes d'amande (albumen et embryon) séparée du tégument ne dégagent pas d'odeur sensible d'acide cyanhydrique après contusion dans l'eau et repos de vingt-quatre heures; toutefois, l'addition d'amygdaline permet d'admettre la formation de traces de ce corps. La graine paraît donc renfermer aussi de l'émulsine, mais la faible quantité de substance dont je disposais ne m'a pas permis de rechercher si le ferment se trouve dans l'albumen ou dans l'embryon. Il faut remarquer, en outre, qu'il s'agissait ici d'une graine de Manioc doux.

En sectionnant les pétioles foliaires, on peut recueillir une quantité de latex suffisante pour des essais analogues aux précédents.

Ce latex se coagule presque aussitôt après son extraction. Dans une première expérience, 30 centigrammes de ce produit ont été divisés dans quelques centimètres cubes d'eau et laissés pendant un jour à la température ordinaire. L'odeur du liquide n'était pas celle de l'acide cyanhydrique; les réactions caractéristiques de ce composé faisaient défaut. Mais dans les mêmes conditions, l'addition d'amygdaline permet d'obtenir ces réactions. En répétant l'expérience avec 10 centigrammes de latex seulement et quelques centigrammes d'amygdaline, la réaction de Schœnbein

Digitized by Google

et la formation de l'acide isopurpurique se manifestent encore d'une façon très prononcée. Par conséquent, si le latex ne fournit pas d'acide cyanhydrique en présence de l'eau, c'est parce qu'il ne renferme pas de composé analogue à l'amygdaline. En comparant l'intensité des réactions obtenues avec le latex seul, même à dose très faible, et avec les divers tissus de la plante, on est conduit à penser que l'émulsine n'existe que dans les laticifères et que la formation de l'acide cyanhydrique dans les tissus est subordonnée à l'existence des laticifères dont ils sont toujours pourvus. Mais, comme il est impossible d'opérer avec une portion de tissu privée de laticifère, la preuve ne peut en être donnée d'une façon absolument complète. Si l'émulsine existe réellement dans la graine, ainsi que l'expérience mentionnée plus haut semble l'indiquer, il y a tout lieu de croire qu'elle ne doit se trouver que dans l'embryon, à l'intérieur des cellules qui représentent les laticifères, lesquels se différencient de très bonne heure chez les Euphorbiacées.

Par conséquent, il y a lieu d'admettre que la localisation de l'émulsine, chez les Maniocs, est la même que celle de la papaïne chez les Papayers. Quant à la myrosine, dont j'ai démontré la présence chez ces derniers, elle s'y trouve, au contraire, localisée en dehors des laticifères.

J'ajouterai, enfin, que d'autres Euphorbiacées n'appartenant pas au genre *Manihot*, telles que les *Euphorbia esula*, *E. Lathyris*, *E. helioscopia*, *E. verrucosa*, *E. splendens*, etc., *Ricinus communis*, etc., ne renferment pas d'émulsine.

M. Léon DUFOUR

Directeur-adjoint du laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

INFLUENCE DU SOL SUR LES PARTIES SOUTERRAINES DES PLANTES

— Séance du 11 août 1894 —

La nature du sol a, comme on le sait, une grande influence sur le développement total des végétaux. Je me suis proposé d'étudier spécialement les différences que présenteraient entre elles les *parties souterraines* de végétaux cultivés dans des sols de composition différente.

Digitized by Google

J'ai cultivé des radis dans trois sols formés d'un seul élément, sable pur, calcaire pur, argile pure. Et pour voir si la forme des parties renflées pouvait être modifiée, j'ai choisi une variété longue, une variété demi-longue et une variété ronde.

Dans les radis longs, le tubercule va s'effilant progressivement sans que l'on puisse préciser l'endroit où la racine cesse d'être tuberculeuse pour prendre les caractères d'une racine ordinaire. Ce que l'on peut dire, c'est qu'à un certain endroit, assez bien limité, la couleur rouge du radis disparaît.

Ces radis ont très peu varié de forme; ils ont gardé leur caractère dans tous les terrains. Leur développement a été plus ou moins beau suivant que la nature du sol leur convenait plus ou moins. C'est dans l'argile pure qu'ils se sont le mieux développés. Le sable pur et le calcaire pur ne donnent que de mauvais résultats.

Les radis ronds et les radis demi-longs se distinguent des précédents par ce fait que le tubercule est bien délimité ; à son extrémité inférieure il y a un brusque rétrécissement de la racine. Dans un même terrain, il y a des différences individuelles de forme. La variété ronde, par exemple, présente des individus presque globuleux et d'autres plus larges que haut. Dans la variété demi-longue, le rapport de la longueur au diamètre peut varier de 1,5 à 2.

C'est dans l'argile que les plantes considérées dans leur totalité se développent le mieux, et l'on remarque aisément que cette variété dans la forme, quoique se produisant dans les trois terrains, est beaucoup plus marquée dans l'argile; la forme paraît beaucoup plus fixe dans les deux autres sols.

Un second fait très apparent est le développement différent du système radiculaire tout entier dans les divers terrains. Dans l'argile pure, la racine principale porte à peine, çà et là, quelques radicelles. Dans le calcaire, les radicelles sont déjà plus nombreuses. Elles le sont extrêmement dans le sable. Elles sont très serrées sur le tubercule lui-même, puis tout le long de la partie grêle du pivot.

D'autres expériences avec les mêmes variétés de radis ont été faites dans des sols formés des divers éléments, sable, calcaire, argile, dans les proportions suivantes :

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Sable.	70 0/0	70 0/0	»	60 0/0
Argile.	30 0/0	»	50 0/0	30 0/0
Calcaire.	»	30 0/0	50 0/0	10 0/0

Par suite, dans le n° 1 pas de calcaire, dans le n° 2 pas d'argile, dans le n° 3 pas de sable, dans le n° 4 les trois éléments.

Digitized by Google

Le résultat observé a confirmé celui obtenu dans les sols purs : beaucoup de radicelles quand le sable est en forte proportion (nos 1 et 2), moins dans le n° 4, moins encore dans le n° 3 dépourvu de sable.

Ajoutons que, pour les trois variétés de radis la germination ne se fait pas avec la même rapidité dans les divers sols. Alors que dans le sable pur et dans le carré sans argile il y a, sept jours après le semis, de quinze à vingt-cinq plantules de levées, il y en a huit dans le carré contenant à la fois sable, argile et calcaire, trois seulement dans le carré n° 3 qui ne contient pas de sable, deux dans le mélange de sable et d'argile et zéro dans l'argile pure.

Le sable facilite donc la germination, l'argile la retarde.

La rapidité de la germination ne permet pas d'ailleurs de rien préjuger sur le développement ultérieur des plantes, car ce n'est pas toujours là où la germination a été la plus rapide que les plantes sont devenues les plus vigoureuses.

Des expériences analogues faites en plantant des bulbilles de *Dioscorea Batatas* ont fourni des résultats identiques. Dans l'argile, radicelles rares et courtes ; dans le calcaire, et surtout le sable, radicelles nombreuses et très longues.

Dans le Crosne du Japon *(Stachys tuberifera)*, l'influence du sol s'est manifestée d'une façon bien frappante.

Dans chacun des quatre sols dont la composition a été indiquée plus haut, cinquante tubercules ont été plantés : on a obtenu les résultats suivants :

Nature du sol.	Nombre de tubercules récoltés.	Poids de la récolte.
N° 1. Sable et argile.	203	184 grammes
N° 2. Sable et calcaire	35	14 —
N° 3. Argile et calcaire.	149	135 —
N° 4. Sable, argile et calcaire . .	283	260 —

On voit que la récolte est la plus abondante là où les trois éléments sont réunis. Elle est déjà moins forte quand le calcaire fait défaut; elle est réduite de moitié si le sable manque; elle est presque nulle si le sol ne contient pas d'argile.

L'argile paraît donc l'élément le plus indispensable et le sable ensuite; l'union des trois éléments produit le résultat le meilleur.

Ce n'est pas seulement par le poids de la récolte que se manifeste l'influence du sol, c'est aussi par l'aspect, très différent suivant le terrain, du système souterrain de ces plantes.

Les tubercules, comme on le sait, forment des sortes de chapelets consti-

Digitized by Google

tués par un certain nombre d'entre-nœuds renflés de l'extrémité des tiges souterraines.

Or, dans les terrains n° 1, 2 et 4, c'est-à-dire partout où il y a du sable, les tiges souterraines se sont beaucoup allongées, et c'est à l'extrémité de ramifications qui ont 15, 20 et jusqu'à 25 et même 30 centimètres de longueur, que se sont formés les tubercules.

Au contraire, dans le sol contenant seulement de l'argile et du calcaire, les rameaux souterrains sont courts, de sorte que les tubercules sont groupés tout près de la base de la tige aérienne.

On voit donc, d'après tous ces exemples, que là où le sable est en grande quantité les parties souterraines tendent à se ramifier plus, à s'allonger davantage et par suite à aller en quelque sorte explorer dans le sol un espace beaucoup plus considérable. Au contraire, l'argile a pour effet de diminuer le nombre et la longueur des ramifications, à cantonner le système souterrain de la plante dans un espace bien plus restreint (1).

M. Maxime RADAIS

Docteur ès sciences, Agrégé des Écoles supérieures de Pharmacie, à Paris.

SUR UN NOUVEAU MICROTOME

— Séance du 12 août 1894 —

Le nombre des modèles de microtomes actuellement en usage dans les laboratoires est assez considérable. Chacun d'eux est plus ou moins apte à répondre aux multiples besoins de l'histologiste; aucun ne les satisfait complètement et à un égal degré. Tel modèle est particulièrement bien disposé pour effectuer les coupes dites en série; tel autre s'applique mieux aux préparations qui exigent l'obliquité du rasoir, etc.; souvent même, la spécialisation de l'instrument est exclusive et n'admet qu'une sorte d'opérations. Tous ces appareils présentent d'ailleurs, à des degrés divers, certains défauts de fonctionnement ou de construction qui se traduisent,

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Digitized by Google

pour l'opérateur, soit par l'irrégularité d'épaisseur des coupes, soit par la longueur, souvent fastidieuse, des manipulations.

C'est après avoir éprouvé nous-même ces petits déboires de l'histologiste que nous avons cherché à y remédier.

Le microtome que nous présentons actuellement au public scientifique n'est pas, d'ailleurs, d'un usage universel. Comme ses devanciers, il laisse de côté quelques cas particuliers, tels que les coupes à large surface (au-dessus de 20 millimètres de diamètre) et les sections au sein d'un liquide. Par contre, les travaux histologiques courants, coupes avec le rasoir oblique, avec ou sans congélation de la masse, coupes en série continue ou en ruban, sont accomplis avec cet instrument dans de meilleures conditions de précision et de rapidité de manœuvre.

Avant d'entrer dans la description technique de l'instrument, il nous paraît nécessaire de passer en revue, au moins rapidement, les inconvénients signalés plus haut.

Pour le plus grand nombre des microtomes actuels, la perfection du résultat obtenu est loin d'être indépendante de l'habileté de l'opérateur. C'est notamment le cas de tous les microtomes à glissière métallique dans lesquels le chariot, qui porte la préparation ou le rasoir, est mis en mouvement directement à la main. Un glissement parfait ne saurait en effet s'obtenir sans que les surfaces de frottement soient inondées d'un corps lubrifiant quelconque dont la couche interposée se conduit comme un matelas élastique obéissant à la pression exercée sur le chariot. L'erreur provoquée, d'une course à la suivante, est souvent supérieure à l'épaisseur même des coupes que l'on désire obtenir.

Une autre cause d'erreur provient de la différence de niveau, souvent fort accentuée, entre le tranchant du rasoir et la glissière du chariot. Il en résulte que la résistance exercée par la section d'un corps dur tend à soulever le chariot hors de sa glissière. Cette déviation ne peut être annulée que par une pression plus forte sur le chariot, au grand détriment de la régularité de sa course. Il en est ainsi pour les instruments à glissière ouverte (glissière en V). Lorsque la glissière est fermée (glissière en *queue d'aronde*), l'inconvénient est le même, le jeu laissé au chariot étant toujours supérieur à l'épaisseur même des coupes.

On sait que pour pratiquer des sections avec le rasoir oblique, il convient de faire coïncider le tranchant de la lame avec un plan parallèle au plan de glissement. Cette condition doit être réalisée d'autant plus étroitement que l'obliquité du tranchant est elle-même plus accentuée. Or, dans les instruments actuels, on ne l'obtient qu'avec de longs tâtonnements et la même manœuvre doit être renouvelée à chaque déplacement du rasoir pour les repassages. Ajoutons que, dans le cours même d'une opération, il est souvent nécessaire de modifier la position du tranchant : il en est ainsi,

Digitized by Google

notamment, lorsqu'on change l'orientation de la pièce à débiter. Les pinces porte-objet, actuellement employées, étant munies d'un mouvement universel dans lequel le centre de rotation est fort distant du centre de figure de l'objet à sectionner, il résulte de cette disposition que le moindre changement dans l'orientation de la surface de section amène un déplacement latéral très notable de toute la pièce et la soustrait au champ d'action du rasoir : d'où nécessité de remanier l'orientation de ce dernier.

Enfin, les pertes de temps qui résultent de ces manipulations se trouvent encore accrues par la longue manœuvre de la vis micrométrique, soit qu'il s'agisse de la ramener à son point de départ à la fin d'une opération,

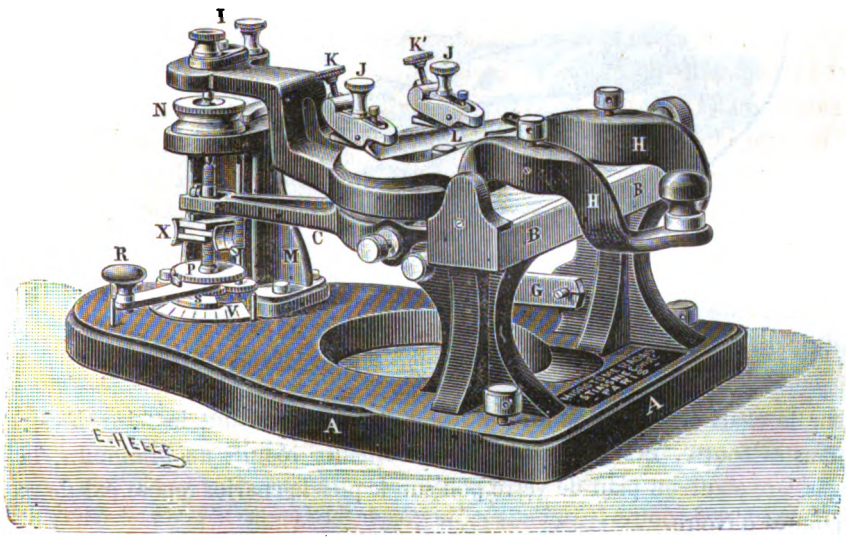


Fig. 1. — Microtome montrant le chariot reposant sur sa glissière.

ou qu'il soit nécessaire d'élever l'objet au niveau du rasoir pour commencer le débit d'une pièce.

Voici par quelles dispositions nous avons cherché à obvier à ces divers inconvénients :

1° Disons d'abord que le nouvel appareil appartient au type des microtomes dans lesquels le rasoir est fixé sur un chariot mobile dans le sens horizontal. La préparation ne subit que le mouvement micrométrique ascensionnel. Nous avons adopté cette disposition pour faciliter la pratique des coupes en masse congelée.

Le chariot porte-rasoir IHH *(fig. 1)*, mobile à la fois sur une glissière BB et autour d'un pivot N, présente une forme coudée qui ramène sensiblement dans le plan de glissement le point d'application de la force

Digitized by Google

(bouton de manœuvre du levier) et celui de la résistance (tranchant du rasoir). Il résulte de cette disposition qu'il est inutile d'exercer une pression

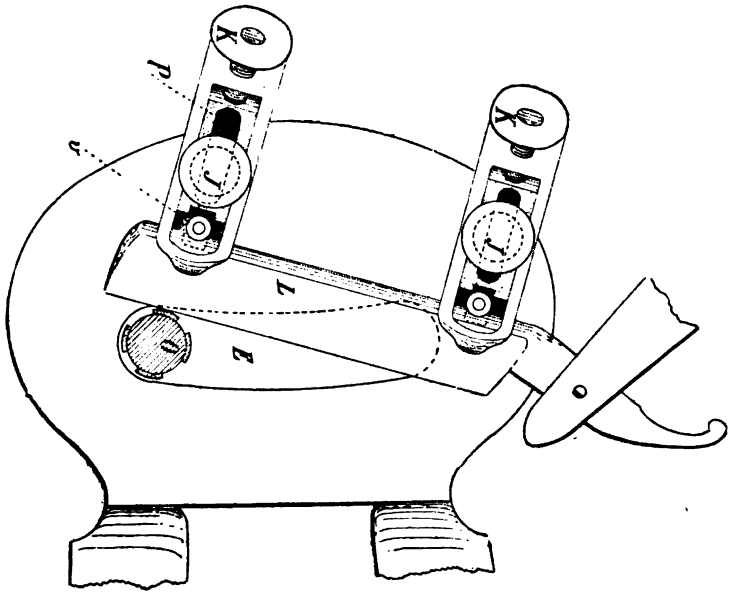


Fig. 2. — Plateforme du chariot portant le rasoir L placé obliquement; E, échancrure laissant passer la préparation O.

sur le chariot, aucune composante étrangère ne pouvant le faire dévier dans sa course. Les frottements sont d'ailleurs réduits au minimum, la glissière étant un plan de verre poli sur lequel le chariot repose par deux pointes d'ivoire.

2° Le rasoir L *(fig. 1, 2, 3 et 4)* s'appuie, par les deux extrémités de son

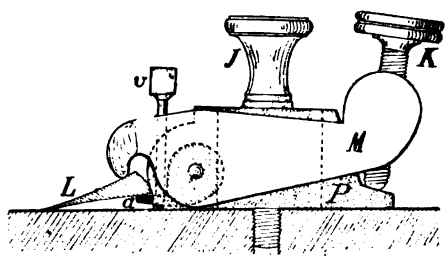


Fig. 3. — Vue de profil de l'une des pinces servant à fixer le rasoir L.

tranchant rectilinéaire, sur une plate-forme dressée qui fait partie intégrante du chariot. L'opérateur peut rendre cette plate-forme, une fois pour toutes, rigoureusement parallèle à la glissière BB qui en guide le mouve-

Digitized by Google

ment; le tranchant de la lame, quelle qu'en soit l'obliquité, est donc toujours contenu dans un plan parallèle à la glissière. Cette orientation de la plate-forme porte-rasoir s'effectue au moyen de deux vis calantes qui traversent les bras HH du chariot et reposent, par leurs pointes garnies d'ivoire, sur le plan de verre BB servant de glissière.

3° Le mode de fixation du rasoir sur le chariot réalise aussi un perfectionnement. La lame est maintenue au moyen de pinces spéciales *(fig. 3)* qui permettent d'en fixer d'une manière invariable l'obliquité et le mordant. On peut ensuite enlever le rasoir pour les repassages : il se replace rigoureusement dans sa situation primitive. Cette disposition permet d'in-

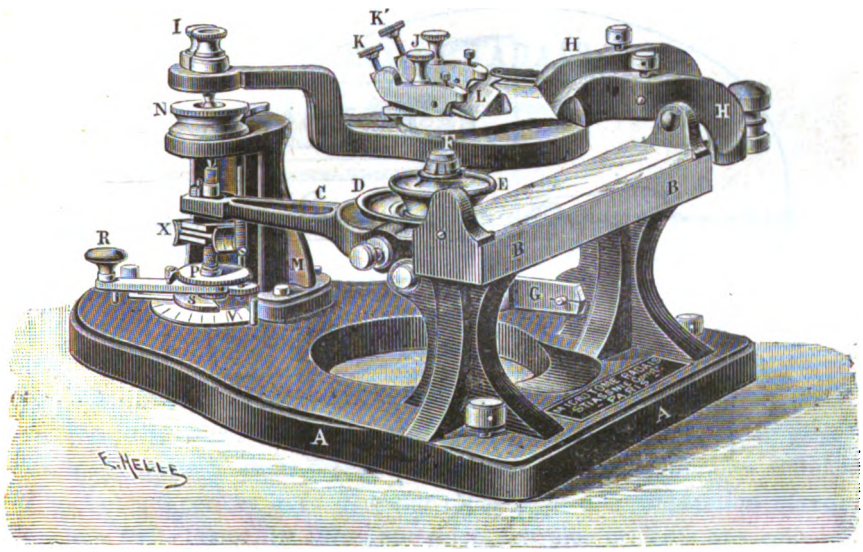


FIG. 4. — Microtome montrant la pince porte-objet et son mécanisme d'ascension.

terrompre le débit d'une pièce pour procéder à un avivage du tranchant.

4° La préparation, maintenue dans un mandrin E *(fig. 4)*, à serrage concentrique rapide, peut recevoir un mouvement d'orientation qui présente cette particularité de s'effectuer autour du centre de figure de la pièce à débiter. A cet effet, le mandrin porte-objet E reposant, par la section circulaire de sa base, sur une calotte de sphère creuse D, reçoit un mouvement universel sur ce segment sphérique. Une queue à écrou fixe le mandrin dans la position voulue.

Les dimensions de la pince sont calculées de telle sorte que le centre de figure de la pièce à débiter peut coïncider avec le centre de la sphère directrice. Il résulte de cette disposition que toute orientation nouvelle de la pièce, au cours d'une opération, ne nécessite aucun déplacement du rasoir.

Digitized by Google

5° L'élévation micrométrique de l'objet, réalisée par une vis fixe P *(fig. 4)* et un levier C à branches inégales, mobile entre deux tourillons coniques, est rendue verticale par le jeu d'un parallélogramme articulé. Cette disposition combine, avec les avantages d'un levier multiplicateur, la réalisation parfaite du parallélisme des surfaces de section.

Enfin, la longue manipulation de la vis micrométrique est supprimée par le jeu d'un écrou brisé X, s'ouvrant sous la pression de deux manettes et permettant d'amener immédiatement la pièce à la hauteur voulue.

Le reste de l'instrument réalise les dispositions accessoires adoptées

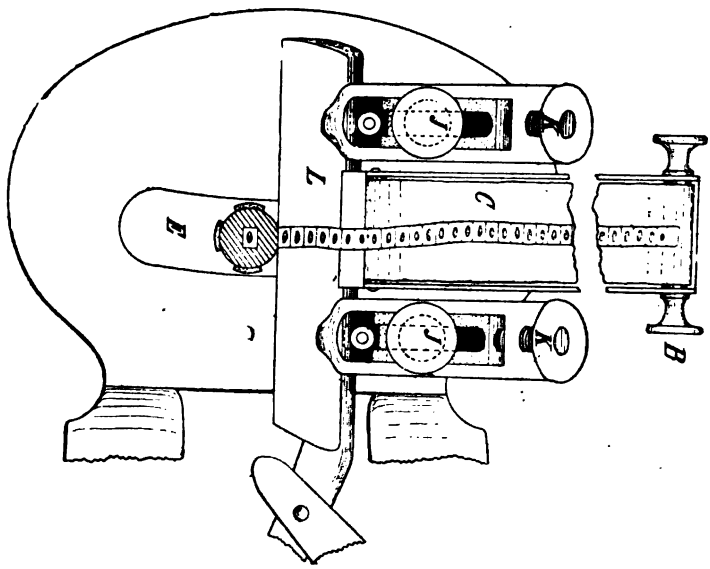


Fig. 3. — Disposition du rasoir pour les coupes en série; C, petit dévidoir pour recevoir les coupes.

dans les appareils similaires : mouvement automatique de la vis micrométrique par le jeu même du chariot; réglage de l'épaisseur des coupes par une disposition mécanique, avec divisions indicatrices en millièmes de millimètres.

Nous croyons que les dispositions nouvelles de cet instrument seront favorablement accueillies par les histologistes, car elles ont pour but, tout en augmentant la précision et la régularité des sections, de restreindre, dans une large mesure, les pertes de temps qui résultent des manipulations, souvent longues, des instruments actuels.

Le nouvel appareil se prête d'ailleurs à toutes les exigences de la pratique des coupes. L'orientation facultative du rasoir permet à volonté les

Digitized by Google

coupes en série avec le tranchant droit *(fig. 5)* et les coupes séparées avec le tranchant oblique *(fig. 2)*.

Enfin, la stabilité et la solidité des pièces de ce microtome en font un appareil particulièrement précieux pour la section des corps durs. Les botanistes y trouveront un excellent auxiliaire pour la pratique des coupes dans les tissus scléreux.

M. Maxime RADAIS

Docteur ès sciences, Agrégé des Écoles supérieures de Pharmacie, à Paris.

SUR UN NOUVEAU MODE DE PRÉPARATION ET D'EMPLOI DU CARMIN BORATÉ (1)

— Séance du 11 août 1894 —

Le carmin boraté aqueux est, comme on sait, d'un usage courant en histologie végétale. C'est, en effet, une teinture qui possède le grand avantage d'une fixation presque immédiate sur les membranes cellulosiques et qui permet ainsi d'obtenir rapidement une préparation microscopique ; elle donne, en outre, une coloration plus brillante que celle du carmin aluné. Malheureusement, l'emploi du carmin boraté aqueux exige, presque toujours, la destruction préalable du contenu cellulaire, de sorte qu'on ne peut obtenir, par cette teinture, que des préparations squelettiques. Sans cette précaution (qui limite singulièrement les recherches histologiques), la fixation du carmin par les lavages alcooliques s'accompagne d'un précipité grossier de la matière colorante dans la cavité de la cellule.

Il est naturel de penser qu'une teinture alcoolique de carmin n'offrira pas les mêmes inconvénients. Nous avons essayé, dans ce sens, les formules usitées en histologie animale. Ces teintures ne nous ont pas donné le résultat attendu : les colorations ne se produisent pas dans tous les cas ou bien n'apparaissent qu'avec une lenteur extrême.

(1) Les essais qui nous ont inspiré cette note ont été effectués au Laboratoire de Botanique que dirige, à l'École de Pharmacie de Paris, M. le professeur Guignard.

Digitized by Google

Après quelques essais, nous nous sommes arrêté au mode de préparation suivant :

Carmin pulvérisé.	2	grammes.
Borate de soude.	8	—
Alcool à 70 degrés.	200	—

On introduit le mélange dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux et l'on chauffe au bain-marie, à la température de l'ébullition de l'alcool, pendant vingt minutes environ ; on laisse ensuite refroidir le liquide sur le résidu avant la filtration qui termine l'opération.

La teinture alcoolique ainsi obtenue doit marquer exactement 70 degrés à l'alcoomètre. Il est donc prudent, lorsqu'on ne dispose pas d'un condensateur parfait, d'employer, au début, un alcool titrant 71 ou même 72 degrés.

Ce carmin se conserve bien en flacons clos. Les coupes à colorer ne doivent y être immergées qu'après avoir séjourné quelques instants dans l'alcool à 70 degrés. Les noyaux et surtout les membranes cellulosiques se teignent énergiquement ; pour les membranes, la coloration est d'autant plus rapide qu'elles sont plus riches en composés pectiques ; elle est nulle, au contraire, pour les parties lignifiées ou subérifiées.

Dans les cas les plus favorables, dix minutes de contact, au minimum, sont nécessaires pour obtenir un bon résultat ; mais la durée d'immersion peut être très prolongée sans qu'il y ait à craindre une surcoloration des tissus.

Les coupes, retirées du bain colorant, sont ensuite lavées à l'alcool à 70 degrés (1), puis déshydratées par des mélanges de plus en plus riches en alcool, et enfin montées en milieu anhydre. On évite, par ce mode opératoire, tout précipité de matière colorante à l'intérieur des cellules.

Comme nous l'avons dit plus haut, cette teinture carminée permet de colorer directement les membranes cellulosiques des coupes sans les soumettre à l'action préalable des hypochlorites, etc.

La même teinture se prête également bien à la double coloration (carmin et vert d'iode ou bleu de méthylène). Les coupes préalablement traitées par le vert d'iode, par exemple, sont ensuite débarrassées de l'excès de matière colorante par des lavages à l'alcool à 70 degrés. Elles sont ensuite immergées dans la solution carminée qui achève la coloration élective en chassant le vert d'iode pour s'y substituer dans toutes les parties de membranes qui n'ont pas subi de lignification.

C'est surtout pour ces doubles colorations qu'il est difficile de fixer,

(1) Il importe beaucoup que l'alcool employé pour ce premier lavage ne soit pas à un titre inférieur à celui de la teinture ; on risquerait de dissoudre la matière colorante fixée sur les tissus.

Digitized by Google

d'une manière absolue, le temps d'immersion dans la teinture carminée; aux causes de variabilité signalées à propos du carmin employé seul, il faut ajouter celles qui résultent d'une surcoloration possible par le vert d'iode. Il est alors nécessaire de surveiller l'action.

M. P. GAUCHERY

à Paris.

NOTE SUR UN HYBRIDE OBTENU EXPÉRIMENTALEMENT ENTRE LE « PAPAVER RHŒAS » ET LE « PAPAVER DUBIUM » (1)

— Séance du 11 août 1894 —

Il y a une quinzaine d'années, M. Godron (2) a opéré un grand nombre de fécondations artificielles dans le genre *Papaver*. Il en a donné des explications expérimentales détaillées et a montré combien il était difficile d'obtenir des hybrides, malgré les précautions indiquées.

L'année dernière, j'ai fécondé plusieurs capsules de *Papaver dubium* par du pollen de *Papaver rhœas*, en me conformant rigoureusement aux conseils de M. Godron.

Les capsules que j'ai obtenues mesuraient en moyenne 24 millimètres de longueur sur $7^{mm},5$ de largeur, alors que des capsules du même pied sur lesquelles l'expérience n'avait pas porté mesuraient 26 millimètres sur $8^{mm},7$.

Il en résulte donc que *la fécondation croisée modifie déjà les propriétés extérieures du fruit de la plante mère.*

J'ai vérifié ce fait en fécondant de nombreuses capsules de *Papaver dubium*, par du pollen de *Papaver argemone;* les capsules obtenues ne mesuraient que 23 millimètres sur $6^{mm},5$. La fécondation inverse m'a donné les mêmes résultats.

Les capsules hybrides ne mesuraient que 14 millimètres de longueur, alors que les capsules normales en avaient 18.

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) *Revue des Sciences naturelles*, t. VII, 1878, p. 165.

Digitized by Google

Le poids des capsules hybridées présentait également des différences, comme on en jugera par le tableau suivant :

Poids moyen d'une capsule de *Papaver dubium*.			461	milligrammes
—	—	fécondée par *Argemone*.	190	—
—	—	fécondée par *Rhœas*. .	404	—
—	—	d'*Argemone*.	251	—
—	—	— fécondée par *Rhœas*. .	52	—

Le poids des capsules hybridées était donc inférieur à celui des capsules normales.

Or, j'ai constaté que cette différence était due surtout à la diminution du nombre des graines; le poids de l'ovaire était inférieur à celui des ovaires normaux, mais d'une quantité minime. La fécondation croisée détermine donc une excitation de l'ovaire qui se traduit par un fruit d'apparence normale, ne contenant que quelques graines susceptibles de germer dont beaucoup ont l'embryon mal conformé, puisque les monstruosités sont si nombreuses parmi les hybrides.

Les graines issues de la fécondation hybride ont été semées le 9 avril.

Le 2 juin, chaque capsule avait donné en moyenne soixante jeunes plantules, possédant déjà deux cotylédons bien développés et deux premières feuilles, alors que les plantules de *Papaver rhœas* et de *Papaver dubium* ne faisaient qu'apparaître.

Ce fait est en contradiction avec les conclusions de Sageret lorsqu'il disait que la plupart des graines hybrides sont plus lentes à lever que les autres.

Les cotylédons des générateurs sont assez semblables; mais ces deux espèces diffèrent à l'apparition des premières feuilles.

Tandis que chez le *Papaver dubium* elles ont un pétiole très long et un limbe ovale lancéolé, chez *Papaver rhœas* le pétiole est relativement plus court et le limbe plus ovale, moins récurrent.

La plupart des hybrides se montraient avec le long pétiole et le limbe lancéolé du *Papaver dubium*.

Plus tard, l'appareil végétatif présenta une grande variabilité, même dans les échantillons issus d'une seule capsule. Les partitions des feuilles étaient plus ou moins nombreuses, plus ou moins profondes, rappelant tantôt *Rhœas*, tantôt *dubium*, ou à la fois *Rhœas* et *dubium* par une fusion des caractères. Mais le plus grand nombre était intermédiaire, un nombre restreint rappelait le *dubium*, et quelques-uns *Rhœas* sans transition.

L'aspect général des hybrides était celui du *dubium*, surtout par la fleur (couleur pâle et dimensions des pétales, forme allongée de l'ovaire). Cependant l'influence de *Rhœas* se manifestait nettement par le rétrécissement assez prononcé à la base de l'ovaire, par la couleur lilas foncé des

Digitized by Google

papilles stigmatiques hypertrophiées et par les pédicelles dont les poils étaient étalés dans quelques cas.

Malgré de grandes variations, on peut rapporter l'hybride à un type général et en donner ainsi la diagnose :

Calice encore fermé, mais prêt à s'ouvrir, ellipsoïde allongé, légèrement déprimé sur les commissures dans quelques échantillons, hérissé de longs poils courbés, ascendants, tuberculeux à la base.

Corolle de même teinte que le *Papaver dubium*, très variable comme dimensions et comme aspect, formée de pétales larges à onglet peu marqué, comme dans *Rhœas*, ou à pétales très étroites et onglet net : corolle en général plus grande que celle du *Papaver dubium*.

Étamines n'atteignant pas la longueur de l'ovaire dans le bouton floral près de s'ouvrir, en nombre peu supérieur à celui du *Papaver dubium*.

Filets staminaux, filiformes, violet foncé ou d'une teinte variant jusqu'au blanc rosé.

Anthères linéaires plus petites que chez les parents, d'un blanc jaunâtre contenant des grains de pollen de dimensions très variables.

Ovaire allongé oblong, brièvement rétréci à la base; vert glauque avec lignes plus pâles au niveau des cloisons.

Disque stigmatique, convexe, conique ou obconique, composé de six à sept rayons stigmatiques, rarement de huit ou neuf, plus rarement encore de cinq.

Papilles stigmatiques hypertrophiées, revêtant trois couleurs violettes sur toute la longueur du rayon, ou violettes à son extrémité et vertes vers le centre, ou bien encore bleu verdâtre sur toute la longueur : les deux premières formes étant en proportion égale.

Pédoncules longs et grêles du *Papaver dubium*, couverts de poils non tuberculeux appliqués (dans les deux tiers des cas) ou étalés.

Feuilles radicales longuement pétiolées, à partitions simples, pouvant se ranger sous trois types suivant que les partitions atteignent ou n'atteignent pas la ligne médiane.

Les caulinaires moyennes, pétiolées, à partitions plus longues et lobes plus étroits.

Les supérieurs sessiles revêtent trois formes, dont l'une rappelle *Rhœas*, l'autre *dubium*, la troisième étant intermédiaire.

Tige dressée, grêle, rameuse, couverte de poils étalés, nombreux comme dans *Papaver rhœas*.

La floraison a commencé le 2 juillet, avant celle du *dubium* (6 juillet) et celle du *Rhœas* (20 juillet).

Les hybrides ont fleuri plus longtemps et plus abondamment que les deux parents.

Les cas tératologiques se sont montrés très nombreux.

Premier cas. — C'est celui d'une fleur supportée par un pédicelle à poils étalés et qui ne présentait que *deux pétales* très larges et inégaux, sans onglet.

Dans la même fleur les anthères étaient avortées; les filets courts et très grêles, l'ovaire très allongé, irrégulier, portait un disque stigmatique brun très déformé.

Digitized by Google

Deuxième cas. — Un grand nombre de fleurs qui n'avaient que *trois pétales* étroits ou très larges comme dans *Rhœas*; les étamines avortées dans les deux parties n'atteignaient pas en longueur la moitié de l'ovaire. Dans un cas même, les étamines étaient à peine longues de un millimètre, alors que la capsule en mesurait dix.

Les ovaires, de forme très variable, réguliers ou tordus, avaient un stigmate conique à papilles très hypertrophiées, brunes, violettes, ou violettes et vertes; pédicelles à poils étalés.

L'une de ces fleurs présentait, en apparence, quatre pétales, car l'un deux était bilobé.

Troisième cas. — Plusieurs fleurs avaient *cinq pétales* absolument inégaux, ou quatre dont l'un divisé presque jusqu'à sa base par une longue scissure.

Quatrième cas. — Une seule fleur s'est montrée avec *six pétales*, cinq implantés au même niveau, le sixième, plus petit que les autres et à onglet exagéré, inséré beaucoup plus haut.

Dans cette fleur, les anthères étaient bien conformées et les papilles stigmatiques vertes, sauf à l'extrémité de chaque royon où il y en avait un groupe d'un beau violet.

Le pédicelle avait les poils appliqués.

Cinquième cas. — On peut ranger dans un même groupe toutes les monstruosités observées sur le disque stigmatique; elles ont été nombreuses et variées, confirmant ce fait, depuis longtemps signalé par Sageret : que chez les hybrides les *caractères des deux générateurs ne se montrent pas confondus, mais disjoints.*

J'ai montré plus haut combien le stigmate était variable, soit par sa forme, soit par sa structure; depuis le disque convexe des capsules ovoïdes jusqu'au disque conique des capsules allongées, alternant avec des papilles violettes, vertes ou brunes, hypertrophiées. Tous les intermédiaires et toutes les combinaisons se sont montrés sur les échantillons provenant de diverses capsules.

Dans un premier groupe, les ovaires étaient à rayons stigmatiques violets et présentaient les particularités suivantes :

Un disque conique presque aussi haut que la capsule;

Un disque hexagonal à huit rayons rectilignes violets, dont six complets et deux diminués de moitié en longueur et irréguliers;

Six rayons violets arqués dont deux se bifurquent à l'extrémité, l'ovaire étant partagé par six cloisons régulières;

Une capsule courbée dans le sens de sa longueur, longuement rétrécie à la base, supportant un cône stigmatique, inséré obliquement. Les bords du stigmate, irrégulièrement crénelé, étaient loin des extrémités des rayons violets;

Sur une coupe passant par la partie moyenne de l'ovaire, il y avait six cloisons inégales, renflées par places, supportant quelques ovules déformés, les uns à funicule très allongé, les autres sessiles.

Dans un deuxième groupe, les ovaires étaient à papilles stigmatiques vertes et violettes et l'on constatait les cas suivants :

Digitized by Google

Un ovaire courbé dans le sens de sa longueur rendant le cône stigmatique horizontal. Ce cône était constitué par quatre rayons complètement verts et trois violets dans toute leur étendue, dont un beaucoup plus long que les autres.

Un ovaire long de dix millimètres supportant un stigmate de cinq millimètres de hauteur, très irrégulièrement renflé. Les rayons, au nombre de sept, dont un très réduit, avaient des papilles vertes au milieu desquelles étaient disposés sur deux rangs des petits groupes de papilles violettes très longues. Les cloisons de l'ovaire étaient absolument déformées et inégales; les ovules de toutes dimensions, réduits pour la plupart à de petits mamelons.

Dans un troisième groupe, les ovaires étaient à papilles stigmatiques vertes; les rayons étaient incomplets et montraient un ou deux rangs de papilles sur des disques irréguliers, convexes ou coniques.

Mais, à côté de ces nombreux cas tératologiques, une fleur mérite de fixer l'attention ; elle avait :

Cinq grands pétales dont la couleur et la forme rappelaient *Rhœas*; l'un de ces pétales était divisé en deux;

Des étamines nombreuses, longues de cinq millimètres, à filet grêle, à peine coloré et anthère filiforme aplatie ne contenant pas de pollen; au milieu de ces étamines stériles s'en trouvaient d'autres dont le filet, beaucoup plus gros, d'un beau violet, supportait une anthère ovoïde contenant de nombreux grains de pollen, sphériques ovoïdes, ou complètement déformés.

Un *ovaire double*, le plus gros, long de quinze millimètres, placé dans le prolongement du pédicelle floral, supportait, comme greffé à sa base, un ovaire grêle, long de onze millimètres, brièvement rétréci au niveau de son implantation; les disques stigmatiques convexes avaient sept et cinq rayons verts.

Une coupe faite un peu au-dessus de l'implantation des étamines présentait douze gros faisceaux libéro-ligneux disposés en un ovale allongé. Un peu plus haut, une coupe parallèle à la première mettait en évidence deux cercles de faisceaux libéro-ligneux bien séparés, l'un de cinq, l'autre de sept, et l'ovaire commençait à se segmenter extérieurement.

Au niveau de la séparation des deux ovaires, les deux cavités déjà formées commençaient à être divisées, l'une en cinq loges, l'autre en sept, par des prolongements de la paroi correspondant aux faisceaux libéro-ligneux.

Dans la partie moyenne de chacun des ovaires, les cloisons étaient très irrégulières; dans l'ovaire le plus développé, elles étaient complètement soudées entre elles.

C'est cette partition, dans un même verticille floral, d'un organe unique de sa nature qui a été désignée par Masters sous le nom de *Dialyse :* il serait difficile de rapporter ce cas à une soudure.

Digitized by Google

M. le Dr F. HEIM

Docteur ès sciences, Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

ORGANOGÉNIE FLORALE DU « DIOSPYROS LOTUS »

— Séance du 13 août 1894 —

L'organogénie des Ébénacées est tout entière à faire; cette lacune est d'autant plus regrettable qu'elle permettrait de résoudre diverses questions relatives à la morphologie de la fleur, dans cette famille.

Nous avons pu suivre, d'une manière complète, le développement des fleurs du *Diospyros Lotus*, sur un pied femelle, cultivé au jardin botanique de la Faculté de Médecine, et, en partie, celui des fleurs mâles.

L'inflorescence étant en grappe, il est assez facile d'observer les premiers stades du développement, à une époque relativement avancée (avril), en cherchant les fleurs à l'aisselle des feuilles supérieures des rameaux. Les fleurs sont portées sur de petits rameaux, très courts, solitaires à l'aisselle des feuilles. Mais toujours ces rameaux sont accompagnés de deux bractées latérales, plus jeunes, et à l'aisselle desquelles une fleur tente de se différencier. Cette fleur subit, de très bonne heure, un arrêt de développement, elle n'est jamais représentée que par un mamelon *générateur*, flanqué de chaque côté de deux petits mamelons, en forme de croissants, ébauches des deux préfeuilles. A ne considérer donc l'inflorescence qu'à l'état adulte, on la définirait une grappe simple; en réalité, c'est une inflorescence mixte : grappe de petites cymes bipares, triflores, dans chacune desquelles les deux fleurs latérales avortent. Sur le mamelon, aux dépens duquel se différenciera la fleur, on voit d'abord apparaître deux mamelons, latéraux (par rapport au plan de symétrie de la feuille axillante), ébauches des futures préfeuilles *(Pl.* IX, *fig. 1)*. Ces mamelons ne tardent pas à prendre la forme de deux fers à cheval *(fig. 2)*, embrassant dans leur concavité le mamelon central, en même temps que leur sommet prend une forme étirée, et se recouvre de quelques poils raides *(fig. 3, 4, 5, 6)*. Le calice est formé de quatre sépales : deux latéraux, un antérieur et un postérieur. Ils représentent deux paires de folioles décussées, et les sépales postérieur et antérieur apparaissent d'abord simultanément, pour constituer la première paire *(fig. 1, 2, 3)*. On peut donner à ces sépales les numéros 1 et 2.

Digitized by Google

Viennent ensuite les sépales 3 et 4, qui sont latéraux, et se montrent aussi simultanément, superposés aux préfeuilles *(fig. 7, 9)*. Primitivement libres, ces quatre sépales sont ultérieurement soulevés par l'accrescence de la partie sous-jacente du réceptacle qui les porte. Finalement, on a quatre sépales, unis à la base en tube court, et à préfloraison valvaire-rédupliquée *(fig. 38)*. Primitivement, ces sépales sont tous à peu près de même taille *(fig. 15)* ; le même fait est facile à constater à l'âge adulte, mais il existe une période de développement, où le calice est formé de quatre pièces, nettement inégales *(fig. 35, 36)*, la plus petite située contre l'axe, la plus grande, au contraire, en avant, superposée à la bractée axillante. A ne considérer que cette disposition, on serait tenté de croire que les sépales 1 et 2 d'une part, 3 et 4 d'autre part, sont apparus successivement. d'où la différence de taille constatée entre les deux pièces, insérées aux extrémités d'un même diamètre. Nouvel exemple de la nécessité d'observer les organes, lors même de leur naissance, et non pas à un âge, même relativement peu avancé, de leur développement. Les organogénistes ont signalé maintes fois des périanthes primitivement réguliers qui, dans la suite, devenaient irréguliers, et inversement des périanthes à irrégularité primitive, qui se régularisaient par la suite. Nous avons ici un exemple de cette double évolution : régularité primitive, puis irrégularité du calice, qui revient finalement à la forme régulière.

Il est encore à remarquer que les sépales, primitivement insérés sur deux cycles, l'un interne par rapport à l'autre, semblent tous, à un âge peu avancé, insérés sur un seul et même cycle *(fig. 13)*.

Le développement des sépales est le même que celui des préfeuilles. Leur base s'élargit progressivement, et ce n'est que lorsqu'ils ont revêtu tous les quatre la forme de croissants, excavés sur leur face interne, acuminés au sommet, qu'apparaissent les quatre pétales *(fig. 9)*. Ceux-ci naissent simultanément dans l'intervalle des sépales ; ils affectent d'abord la forme d'un mamelon hémisphérique, puis celle d'une foliole aplatie, obovale *(fig. 15)*; ils ne tardent pas à former, par leur ensemble, une sorte de pyramide subquadrangulaire, à faces excavées, et qui représente la corolle, à préfloraison tordue dans le sens dextrorse *(fig. 37, 38, 39)*.

Après avoir porté la corolle, le réceptacle s'élargit au sommet, et revêt dans l'ensemble, la forme d'un tronc de cône renversé. Sur les bords de sa base supérieure se montrent les étamines, sur deux verticilles dans la fleur femelle. Les quatre pièces du premier sont superposées à celles du calice, elles naissent un peu plus haut que les pétales, et toutes en même temps *(fig. 11)*. Les quatre autres étamines se montrent aussi simultanément, en face des pétales, et sur un plan un peu supérieur, par rapport à celui des étamines précédentes *(fig. 12)*. Peu à peu, ces étamines perdent leur forme primitivement hémisphérique, pour revêtir celle d'une pyramide aplatie,

Digitized by Google

quadrangulaire, dont la face interne s'applique contre la face supérieure du réceptacle, et de l'ovaire en voie de différenciation, en prenant une direction inclinée de 45 degrés environ, par rapport à l'axe de la fleur. Suivant la règle générale, l'anthère se différencie bien avant le filet, le connectif se dessine à sa face externe, en même temps qu'il s'épaissit au sommet, formant un prolongement obtus et court, au-dessus de l'anthère *(fig. 41, 41 bis)*; les deux loges se dessinent à la face interne, ainsi que le sillon longitudinal de déhiscence, et des poils raides apparaissent de part et d'autre de la ligne médiane, sur les deux faces, jusqu'à bientôt recouvrir toute la surface de l'anthère *(fig. 42, 42 bis)*. En même temps que le filet se développe, l'anthère prend la forme allongée aiguë, qu'elle revêtira à l'âge adulte; mais elle est frappée alors d'un arrêt de développement, les loges qui commençaient à se dessiner ne se remplissent pas de pollen, et dans la fleur femelle adulte, les limites des loges, les lignes de déhiscence, se laissent difficilement distinguer, l'étamine est devenue staminode *(fig. 43)*.

Dans la fleur mâle, deux cycles internes d'étamines se différencient encore. Il y a donc là quatre cycles d'étamines, de quatre étamines chacun : les deux externes, 1 et 2, identiques à ceux de la fleur femelle; les deux internes, 3 et 4, respectivement superposés à 1 et 2, c'est-à-dire 3 épisépale et 4 épipétale. Bien que nous n'ayons pas eu l'occasion d'observer la fleur mâle dans les tout premiers stades de différenciation de l'androcée, nous croyons pouvoir conclure que les deux cycles internes ne résultent pas, comme on pourrait le croire *a priori*, du dédoublement radial des cycles externes, et que les étamines qui les composent apparaissent simultanément, et d'une façon indépendante pour chaque cycle. Inutile d'ajouter que le développement ultérieur des étamines se poursuit dans la fleur mâle, comme dans la fleur femelle, mais qu'elles y deviennent fertiles.

Jusqu'à un âge assez avancé, androcée et corolle restent indépendants; mais ils se trouvent finalement soulevés simultanément, par la croissance de leur portion sous-jacente, et l'ensemble émerge au-dessus du réceptacle, à la manière d'un décor de théâtre (suivant l'heureuse expression de Payer, qui peint mieux que tout autre ce mode d'accroissement si général). Finalement, les étamines se trouvent portées sur le tube de la corolle *(fig. 40)*, dont leurs filets se détachent vers le tiers inférieur.

Après la naissance de l'androcée, sur la surface supérieure lisse du réceptacle, apparaissent quatre saillies en croix, superposées aux pétales *(fig. 12)*, en forme de fer à cheval, se regardant par leur concavité, et tangentes par leurs branches. En dedans de chacun de ces croissants, le réceptacle se déprime en une petite fossette, premier rudiment d'une loge

Digitized by Google

ovarienne *(fig. 14, 16)*. Les fossettes se creusent, à mesure que les feuilles carpellaires s'élèvent. Peu à peu, l'ovaire revêt la forme d'un tronc de pyramide, à petite base supérieure, sur les côtés duquel proéminent les carpelles, séparés par de profonds sillons *(fig. 17, 19)*. Ceux-ci se prolongent peu à peu, en forme de cornes, qui deviennent des branches stylaires, recouvertes sur leurs lèvres de tissu stigmatique, et finalement bifides à l'extrémité *(fig. 22, 26)*. Pendant que s'achève la différenciation des branches stylaires des carpelles, celles-ci sont soulevées par leur croissance basilaire commune, et leur séparation primitive n'est plus indiquée qu'au sommet, par la persistance des sillons de séparation *(fig. 24)*.

Tandis que l'ovaire se ferme peu à peu à sa partie supérieure, le sommet organique du réceptacle forme une saillie hémisphérique, entre les quatre feuilles carpellaires *(fig. 18, 20, 21)*. Cette saillie s'étire progressivement en cône *(fig. 23, 25, 26)* et ainsi s'établit une cloison basilaire axile, qui limitera à la partie inférieure les quatre loges, dont la cavité s'accentue, par suite de l'accroissement radial de la base des carpelles. A la partie supérieure de l'ovaire, les quatre loges seront très incomplètement limitées, par l'accolement des bords des feuilles carpellaires.

C'est au haut de la portion axile de la cloison interloculaire (à son point de tangence avec les bords repliés de la feuille carpellaire correspondante) que, dans chaque loge, se montrent les ovules, l'un à droite, l'autre à gauche, à la même hauteur *(fig. 26, 29)*. D'abord hémisphériques, ils s'allongent et descendent parallèlement vers la portion inférieure des loges. A ce moment, les ovules sont encore presque orthotropes, et le sommet de leur nucelle regarde directement en bas. Un petit bourrelet régulièrement circulaire se différencie alors autour de lui, c'est le tégument interne *(fig. 27)*. (Nous renonçons à employer ici les termes de primine et de secondine qui sont erronés, au point de vue organogénique.) Le tégument externe se montre d'abord avec le même caractère. Après quoi, l'anatropie commence ; le sommet nucellaire se relève vers l'angle interne de la loge, puis vers son sommet. En même temps, le tégument externe prend un énorme développement, et cela d'une façon fort inégale, si bien qu'il arrive à représenter un grand cuilleron, ou une sorte de sabot *(fig. 28)*. L'ovule présente alors une grande analogie de forme avec celui du Buis et celui des *Hamamelis*, à la même période de développement. C'est en bas et au fond du cuilleron, que représente le tégument externe, qu'on voit le nucelle hémisphérique, entouré toujours circulairement par le tégument interne. Ces portions de l'ovule n'ont pas participé aux mouvements de torsion et d'anatropie, dont la région funiculaire et le tégument externe ont seuls été le siège. Puis l'anatropie s'accentue, le funicule se coude légèrement au-dessus du micropyle, définitivement dessiné par l'accroissement simultané du nucelle et des deux téguments *(fig. 31)*. Ajoutons que

Digitized by Google

chaque loge tend à être divisée en deux logettes secondaires, contenant chacune un ovule isolé, et cela par une fausse cloison, née aux dépens de la face ventrale de chaque carpelle; cette cloison se dirige vers le centre, s'insinue en partie entre les deux ovules collatéraux, mais n'arrive jamais à isoler complètement les deux logettes *(fig. 30)*.

Cette étude organogénique peut conduire à diverses conclusions qui ne sont pas dépourvues d'intérêt, au point de vue de la morphologie de la fleur dans le groupe des Ébénacées.

L'inflorescence du *Diospyros Lotus* est une grappe de cymes bipares, triflores, dont la fleur centrale seule se développe. La cyme bipare est peut-être bien le type fondamental de l'inflorescence dans cette famille. Des cymes, axillaires ou latérales, et insérées sur l'écorce des vieilles branches, y sont signalées par les auteurs; les fleurs, lorsqu'elles sont solitaires, ne le sont probablement que par avortement des fleurs latérales de la cyme, et il ne semble pas imprudent de supposer que, dans la grande majorité des types, les préfeuilles sont toujours fertiles, au moins primitivement. Les Ébénacées dériveraient donc d'un type à inflorescence en cymes bipares.

La loi de symétrie de l'androcée est loin d'être clairement démontrée. Eichler (*Blüthendiagr.*, I, 234) suppose que l'androcée typique est diplostémoné, et que sa symétrie peut être ensuite altérée par des dédoublements. La fréquence des dédoublements ne semble pas pouvoir être mise en doute, au moins pour ce qui est des dédoublements tangentiels. Le dédoublement radial est beaucoup plus délicat à admettre. Nous avons vu qu'il ne doit pas exister dans l'androcée de la fleur mâle du *Diospyros Lotus*, où les quatre verticilles d'étamines se développent d'une manière indépendante et successive. La poussée des mamelons staminaux est plus ou moins active, semble-t-il, selon les cas. Dans le cas le plus simple, il n'y aurait qu'un verticille d'étamines alternipétales; dans le cas moyen deux verticilles : l'un externe épisépale, l'autre interne épipétale : *D. Lotus* ♀, dans le cas le plus compliqué, quatre verticilles d'étamines, deux épisépales et deux épipétales : *D. Lotus* ♂.

Du premier type dériverait l'androcée des *Royena*, où se trouvent primitivement cinq mamelons staminaux, alternipétales, aux dépens desquels s'en produiraient par dédoublement tangentiel un ou plusieurs autres, dans l'intervalle des premiers ; de ce type dériveraient également ceux où l'on trouve deux étamines, en face de chaque sépale. Chaque mamelon se dédoublerait-il, en trois autres, on aurait la disposition réalisée dans le *Diospyros obovata* = *Macreigatia obovata* Mart. figuré dans *Flora brasiliensis (Ebenaceæ,* t. II, *fig. 3)* avec une triple étamine alternipétale. Enfin, dans le cas où il existerait primitivement plusieurs cycles d'étamines, un dédoublement tangentiel pourrait affecter plusieurs de ces cycles.

Digitized by Google

Les nombreux *Diospyros* où la fleur possède seize étamines, disposées en huit paires, dont quatre superposées aux lobes de la corolle, et quatre alternes, doivent se développer comme la fleur ♂ du *D. Lotus*.

Il est beaucoup plus difficile d'expliquer les cas où l'on trouve deux étamines, superposées à chaque pétale. Ainsi dans la fleur femelle du *D. Embryopteris*, il y a un staminode, dans l'intervalle qui sépare deux lobes voisins de la corolle. Or, dans ce type, HARTOG (*Organogenic Notes, Botan. Centralbl.*, Bd., XXI, 1885, numéro 11) dit avoir vu primitivement quatre paires d'étamines antipétales. Mais cet auteur ne semble pas s'être attaché, dans ses remarques organogéniques, à observer les tout premiers stades du développement, et il n'a pas suivi le développement de la fleur femelle. Dans celle-ci, il ne se développerait sans doute qu'un cycle d'étamines alternipétales ; il s'en développerait deux, dont l'interne oppositipétale, dans la fleur mâle observée par cet auteur, puis tandis que le cycle externe subirait un arrêt de développement (et pourrait ainsi devenir invisible à un âge plus avancé), chaque pièce du cycle interne oppositipétale subirait un dédoublement tangentiel. Le développement de la fausse cloison de chaque loge ovarienne nous explique comment il se fait que parfois, même chez le *Diospyros Lotus* (fait rare, il est vrai), dans la fleur adulte, on trouve les quatre loges, ou l'une d'entre elles biovulée, et où la fausse cloison n'a pas déterminé la formation de deux logettes secondaires, chacune uniovulée. Ce cas tératologique, bien expliqué par le développement, montre le peu de valeur du caractère attribué parfois à la présence d'un ou de deux ovules par loge chez ces plantes. C'est ainsi que le genre *Cargillia* R. Br. a normalement quatre loges ovariennes, chacune biovulée ; aussi est-ce avec raison que les monographes les plus récents de cette famille n'acceptent pas la validité de ce genre, et le font rentrer, à titre de section, dans le genre *Diospyros* (HIERN, *A Monograph of Ebenaceæ* ; GURKE, in *Engler Pfl. Famil.* — BAILLON, *Hist. des Pl.*)

Les classificateurs s'accordent à placer les Ébénacées tout à côté des Sapotacées, dont elles seraient distinguées surtout par l'ovule ascendant de ces dernières. On pourrait, *a priori*, expliquer facilement la direction différente de l'ovule dans ces deux familles, par des raisons purement mécaniques. Il semblerait naturel d'admettre que l'ovule des *Diospyros* (seul type d'Ébénacées, où la direction de l'ovule nous soit bien connu, car les monographes n'ont pas pris le soin d'indiquer ce caractère, pourtant si fondamental) est descendant, parce que, primitivement anatrope ascendant, il vient de bonne heure buter contre le sommet de la loge, et doit, pour trouver à se loger, prendre une direction descendante, et placer par suite son raphé en dehors. C'est l'explication aujourd'hui bien connue de l'anomalie présentée par les *Chiococca*, *Guettarda*, *Canthium*, etc., où l'anomalie est à son maximum, et *Mitchella*, où

Digitized by Google

l'anatropie n'est qu'incomplète, parmi les Rubiacées, à loges uni-ovulées : ovule descendant, à micropyle supérieur et intérieur, dans une famille où l'ovule est normalement ascendant, à micropyle inférieur et extérieur. L'étude du développement de l'ovule montre la fausseté de cette hypothèse. L'ovule est, en effet, chez les *Diospyros*, nous l'avons vu, primitivement descendant, sub-orthotrope, son anatropie ne se manifeste que tardivement.

On pourrait s'appuyer sur ce caractère, probablement général dans les Ébénacées, pour placer ce groupe beaucoup plus loin des Sapotacées qu'on ne le fait aujourd'hui.

EXPLICATION DES FIGURES DE LA PLANCHE IX

Fig. 1. — Naissance des préfeuilles et des sépales 1 et 2. Mamelon floral vu par la face latérale.
— 2. — Naissance des préfeuilles et des sépales 1 et 2. Mamelon floral vu de haut.
— 3. — Accroissement des préfeuilles et des sépales 1 et 2. Mamelon floral vu par la face antérieure.
— 4. — Stade un peu plus avancé, moins grossi (même position).
— 5. — Stade un peu plus avancé, moins grossi, vu de 3/4, avec la base du pétiole.
— 6. — Les préfeuilles recouvrent entièrement le bourgeon floral.
— 7. — Naissance des sépales 3 et 4 (les préfeuilles sont indiquées par leurs cicatrices).
— 8. — Stade plus avancé (les préfeuilles sont indiquées par leurs cicatrices).
— 9. — Naissance des pétales (bouton vu de haut).
— 10. — Stade à peine plus avancé, les sépales intentionnellement écartés (bouton vu de haut).
— 11. — Naissance des étamines (1er cycle) (bouton vu de haut).
— 12. — Naissance des étamines (2e cycle) et des carpelles (bouton vu de haut).
— 13. — Même stade, vu de profil.
— 14. — Les carpelles se creusent en fer à cheval (vu de haut).
— 15. — Les sépales s'allongent, les pétales deviennent foliacés (vu de haut).
— 16. — Les carpelles sont soulevés par l'accroissement du réceptacle, les anthères se différencient.
— 17. — Gynécée isolé (même stade).
— 18. — Gynécée isolé (même stade), coupe longitudinale.
— 19, 20, 21, 22. — Différenciation progressive du gynécée.
— 23. — Le sommet organique du réceptacle s'élève en cône, entre les carpelles.
— 24. — L'accroissement du réceptacle ne laisse plus persister qu'au sommet, l'indépendance primitive des carpelles (individualisation des branches stylaires).
— 25. — Même stade (coupe longitudinale), les lèvres des branches stylaires limitent une gouttière.
— 26. — Les branches stylaires ont presque fermé la cavité ovarienne, les ovules ont presque acquis leur situation et leur forme définitive.
— 27, 28. — Développement des téguments de l'ovule, 2 stades de sa flexion anatropique.
— 29. — Portion de la coupe transversale de l'ovaire, pour montrer l'apparition des deux mamelons ovulaires (la coupe est supposée intéresser aussi les filets des deux étamines).
— 30. — Portion de la coupe transversale de l'ovaire, à un stade plus avancé, pour montrer la formation des fausses cloisons intra-loculaires.
— 31. — Ovule à son état définitif.

Digitized by Google

FIG. 32. — Bourgeon floral recouvert des deux préfeuilles, un peu avant son épanouissement.
— 32 *bis*. Bourgeon floral recouvert des deux préfeuilles (stade un peu plus avancé), les préfeuilles sont cucullées.
— 33. — Bourgeon floral recouvert des deux préfeuilles (stade un peu plus avancé), les préfeuilles commencent à s'écarter.
— 34. — Bourgeon floral recouvert des deux préfeuilles (vu latéralement) à l'aisselle de la cicatrice d'une des préfeuilles, on voit l'ébauche d'une des fleurs latérales de la cyme triflore.
— 35. — Bourgeon floral recouvert des deux préfeuilles (vu par la face postérieure) les quatre sépales commençant à s'écarter et montrant d'une façon très manifeste leur inégalité à cet âge.
— 36. — Bouton floral, lors de l'anthèse, vu par la face postérieure.
— 37. — Bouton floral, lors de l'anthèse, les préfeuilles et l'un des sépales enlevés.
— 38. — Bouton floral, lors de l'anthèse (à un stade un peu plus avancé), le calice coupé.
— 39. — Corolle isolée (à un stade postérieur) et en place sur le réceptacle.
— 40. — Corolle isolée et étalée, avec les étamines qu'elle porte.
— 41, 41 *bis*. — Formation de l'anthère (différenciation des loges et du connectif).
— 42, 42 *bis*. — Transformation de l'anthère en staminode.
— 43. — Staminode définitif.

M. Paul PARMENTIER

Docteur ès sciences, Professeur au Collège de Baume-les-Dames (Doubs).

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES MAGNOLIACÉES

— Séance du 13 août 1894 —

I. — La famille des *Magnoliacées*, qui comprend environ quatre-vingt-dix espèces et variétés originaires d'Amérique, des Indes, de l'Australie et de diverses îles océaniennes, offre un grand intérêt au point de vue anatomique. A côté des caractères généraux très constants, à l'abri des influences de milieu, il en est d'autres (caractères épharmoniques) essentiellement variables, mais qui peuvent très bien servir à la détermination respective des formes végétales de cette famille.

Avant de discuter sommairement la raison d'être des différents genres, je vais énumérer les principaux caractères morphologiques : tige ligneuse; feuilles alternes et entières; graines albuminées; préfloraison imbriquée, excepté *Drimys* où elle est valvaire; corolle dialypétale, excepté *Cinnamosma*; stipules nulles, excepté *Magnolia*. (Tous les représentants de cette dernière série ne sont cependant pas dans ce cas.) Les autres caractères sont pour la plupart très variables; il n'est pas jusqu'à la taille des individus qui n'oscille entre des dimensions parfois considé-

Digitized by Google

rables. Tel *Magnolia* est un grand arbre, tel autre un petit. Un *Drimys* peut devenir un grand arbrisseau ou un arbuste de quelques centimètres (1).

En présence d'éléments si variables, quoique très nombreux, on conçoit dès lors la nécessité d'une étude anatomique sérieuse.

Commencé il y a un an, mon travail a été maintes fois interrompu par suite de manque de matériaux. Néanmoins, j'espère le terminer prochainement et pouvoir le publier dans le courant de l'année 1895.

Des cinquante et quelques espèces déjà étudiées, je puis formuler les conclusions suivantes :

La famille peut être définie par les caractères anatomiques *généraux* et constants tirés :

1° De la feuille :

Poils 1-sériés, paucicellulés, régulièrement cloisonnés ou munis seulement de 1-2 petites cellules à la base, puis d'une grande cellule occupant toute la partie aérienne de l'organe. Stomates répondant au type *rubiacé*, c'est-à-dire accompagnés de deux cellules latérales (aucune exception). Cellules oléigènes dans le mésophylle, quelquefois les épidermes, les nervures et le pétiole ;

2° De la tige :

Périderme sous-épidermique. Cellules oléigènes répandues dans l'écorce, le liber ou la moelle. Cylindre central dépourvu de parenchyme ligneux ; vaisseaux répartis sans ordre apparent. Fibres ligneuses toujours en files rayonnantes. Rayons médullaires inégaux et inégalement espacés, à cellules rectangulaires, vues en coupe radiale, le grand côté parallèle à l'axe du rameau (2).

II. — Détermination des groupes génériques

Feuilles glanduleuses sur les bords. Tige volubile. Liber mou des nervures et du pétiole creusé de larges et nombreuses lacunes à gomme... *Schizandrées.*

Feuilles non glanduleuses. Tige non volubile. Liber mou des nervures et du pétiole sans lacunes à gomme . . . . . 2.

2. Feuilles à stipules fermées dans le bourgeon. Faisceau principal du pétiole formé de plus de huit fascicules disposés en cercle plus ou moins régulier. Fibres libériennes dans le liber et diaphragmes scléreux dans la moelle de la tige . . . . . *Magnoliées.*

Feuilles sans ces gaines ou stipules. Faisceau principal du pétiole ayant moins de huit fascicules disposés en croissant ouvert en haut . . . . . 3.

3. Nombreux cristaux en oursins dans le limbe, le pétiole de la feuille, les parenchymes conjonctifs et le liber de la tige. . . . . *Canella.*

Cristaux en oursins nuls. . . . . *Illiciées.*

(1) Baillon, *Histoire des Plantes.*

(2) On remarquera que j'aurais pu ajouter un grand nombre d'autres détails relatifs à la feuille et à la tige ; mais je n'ai tenu à citer que ceux qui étaient absolument *généraux* et *constants.*

Digitized by Google

III. — Détermination des genres

a) Existe-t-il des caractères anatomiques génériques dans le groupe des *Schizandrées* ? — Non.

Cette constatation est en parfait accord avec les données morphologiques qui sont fort inconstantes. Voici, en effet, ce que je lis dans l'ouvrage de M. Baillon (1) : « La configuration de l'androcée est très variable dans ce genre *(Schizandra)* et présente tant de transitions graduées qu'on n'y peut trouver aucun moyen d'établir des subdivisions précises.

» Il en est tout à fait de même dans les *Kadsura*, plantes de l'Asie australe et orientale, qu'on a séparés des *Schizandra* à l'aide d'un seul caractère absolu : la forme que présente, à la maturité, l'ensemble de leurs carpelles. Ils sont ici réunis en boule ou en tête courte, tandis que ceux des vrais *Schizandra* forment une espèce d'épi plus ou moins allongé. ».

C'est pourquoi, et avec raison, M. Baillon n'a pas voulu distinguer les *Kadsura* des *Schizandra* autrement qu'à titre de sections. D'ailleurs, je doute fort de l'immutabilité du caractère tiré du fruit qui, sous des influences ambiantes variées, peut très bien perdre sa valeur *absolue*. N'en avons-nous pas une preuve frappante chez les *Magnolia*, où le réceptacle fructifère varie beaucoup, affectant tantôt une forme ovoïde ou subglobuleuse, tantôt une forme cylindrique plus ou moins ramifiée.

Les voyageurs eux-mêmes sont loin d'être d'accord sur la détermination des espèces de cette série. Les uns appellent *Schizandra* ce que d'autres ont qualifié de *Kadsura*. En un mot, le désordre le plus complet règne dans la synonymie des noms ; et il n'est guère possible de débrouiller ce chaos sans des données morphologiques exactes et de bonne source. Malheureusement l'on a vu qu'elles ne sont guère nombreuses. De son côté, l'anatomie ne révèle rien qui permette de distinguer les deux genres. L'analogie est parfaite de part et d'autre ; elle montre une homogénéité qu'il est impossible de méconnaître ; et, si ce n'était le caractère précité, je fusionnerais volontiers les deux genres en un seul subdivisé en deux sections :

Fruits disposés en capitule petit . . . . . *Kadsura.*
Fruits disposés en épi sur l'axe de la fleur. . . . . *Schizandra.*

Mon cher maître, M. Vesque, a cru devoir séparer les *Schizandrées* des *Magnoliacées* à cause d'un caractère anatomique exclusif fort constant : *l'existence de lacunes à gomme dans le liber mou de tous les*

(1) *Histoire des Plantes*, p. 149 et suiv.

Digitized by Google

faisceaux de la feuille (1). Évidemment, la raison qui a provoqué cette distinction a une très grande valeur si l'on ne considère que l'étude de la feuille ; mais si l'on fait entrer en ligne de compte les caractères tirés des autres parties de la plante, de la tige surtout, l'on est invinciblement amené à faire rentrer les *Schizandrées* dans la famille des *Magnoliacées*. Il m'est impossible, à cause du peu de place dont je dispose dans les Comptes rendus, de développer toutes les données qui m'ont amené à reléguer au second rang la valeur du caractère anatomique invoqué par M. Vesque. Je ne citerai qu'un exemple analogue. Dans la série des *Illiciées*, le bois secondaire de la tige des *Drimys* ne possède que des *trachéides*, tandis que chez tous les autres genres de la famille, on constate l'existence de vaisseaux ligneux. Ce caractère remarquable ne permet cependant pas de distraire les *Drimys* de la famille à laquelle ils appartiennent indubitablement tant au point de vue morphologique qu'au point de vue anatomique. Malgré cette petite restriction, l'existence des canaux gummifères servira toujours à faire reconnaître les *Schizandrées* des autres représentants de la famille.

b) Y a-t-il des caractères anatomiques génériques dans la série des *Magnoliées?* — Non.

Je remarque partout la même uniformité de structure, dans ses grands traits, aussi bien dans la feuille que dans la tige. Épidermes recticurvilignes ou onduleux, à cuticules minces, recouverts souvent de petits cristaux cubiques ou prismatiques ; poils caractéristiques de la famille ; stomates du type *rubiacé* ; tendance à la formation d'un hypoderme. Il s'agit bien ici d'une allure épharmonique qui ne se trouve pas exprimée chez tous les représentants de la série. Palissades peu développées ou nulles et remplacées alors par un tissu dense à cellules souvent isodiamétriques. Faisceaux de la nervure médiane et du pétiole caractéristiques, disposés en un cercle plus ou moins régulier et en nombre toujours supérieur à huit, entourés d'une gaine mécanique discontinue. Existence fréquente de cellules scléreuses et ramifiées dans le parenchyme cortical de la tige, ou alternant avec les paquets de fibres mécaniques issues du liber primaire. Fibres libériennes disposées en bandes transversales ou agglomérées le long des rayons médullaires. Bois caractéristique de la famille. Enfin, présence de diaphragmes scléreux, jaunâtres, dans la moelle de toutes les *Magnoliées*. Aucune exception à cette contexture, aucune tendance particulière de nature à individualiser les genres admis ne s'est révélée dans mes recherches. Tout me porte donc à croire que la série des *Magnoliées* a été trop morcelée ; et, en émettant cette opinion, je crois être d'accord avec M. Baillon qui, dans sa remarquable monographie

(1) VESQUE, *De l'anatomie des tissus appliquée à la classification des plantes* (*Nouv. Arch. du Muséum*, 2e série IV, 1881.)

Digitized by Google

de la famille, a bien reconnu la constance de certains caractères communs aux groupes génériques, mais à côté desquels il en existe d'autres ne se réalisant pas toujours chez les représentants d'un même genre. C'est pourquoi ce savant ne distingue que deux genres dans la série des *Magnoliers* : 1° *Magnolia*; 2° *Liriodendron*. Il a divisé le premier de ces genres en cinq sections (*Eumagnolia*, *Talauma*, *Manglietia*, *Liriopsis* et *Michelia*). Cette classification, quoique non confirmée par l'anatomie, me paraît assez rationnelle. J'y reviendrai dans mon étude complète.

Les données anatomiques viennent amplement caractériser les genres des autres séries.

c) Les *Canellées* sont réellement des *Magnoliacées*, malgré le désaccord de certains auteurs à ce sujet. L'anatomie justifiant pleinement l'opinion de M. Baillon, je propose le tableau suivant pour la détermination des genres :

CANELLÉES

Corolle gamopétale. Épiderme recticurviligne à petites cellules ; mésophylle bifacial . . . . . *Cinnamosma*.

Corolle dialypétale. Épiderme recticurviligne à grandes cellules ; palissades nulles . . . . . 1.

1. Corolle simple (cinq pétales). Epiderme supérieur de la feuille paraissant double. Périderme de la tige avec phelloderme mécanique interne. Feuilles à nervures secondaires très peu visibles en dessous. . . . . *Canella*.

Corolle doublée intérieurement de petites languettes pétaloïdes (probablement staminodes). Épiderme foliaire simple. Phelloderme mécanique nul. Feuilles à nervures secondaires saillantes en dessous . . . . . *Cinnamodendron*.

d) La quatrième et dernière série est celle des *Illiciées*, dont on peut déterminer les genres de la façon suivante :

Faisceau pétiolaire simple. Bois secondaire de la tige formé de fibres et de vaisseaux. Rayons médullaires ne comprenant qu'une seule épaisseur de cellules . . . . . *Illicium*.

Faisceau pétiolaire composé de moins de cinq fascicules. Bois secondaire formé exclusivement de fibres à ponctuations aréolées (trachéides). Rayons médullaires, d'épaisseur variable (1-3 assises). Carpelles libres . . . . . *Drimys*, *Tasmannia*.

Carpelles soudés. . . . . *Zygogynum* (1).

(1) N'ayant pu me procurer d'échantillons de ce genre, je me borne à donner le caractère organographique distinctif.

Digitized by Google

e) M. Baillon a été moins bien inspiré en mettant, même provisoirement, le groupe des *Euptelea* dans les Magnoliacées. Il est vrai que MM. Bentham et Hooker, à la suite des arguments de M. Eichler et d'une comparaison entre le *Trochodendron* et un genre japonais, l'*Euptelea* de Siebold et Zuccarini, avaient avant lui opéré le même groupement. Or, n'oublions pas que « les fleurs de ces plantes sont polygames, diclines et dépourvues de périanthe; qu'elles ont de plus la feuille dentée, tandis que toutes les Magnoliacées, si l'on en excepte le *Liriodendron*, ont le limbe foliaire parfaitement entier et la fleur munie d'un périanthe ». Il y a donc bien lieu de mettre en doute les raisons invoquées par ces savants. L'anatomie vient très à propos nous éclairer sur ce point. Comme il s'agit ici d'une question de classification très sérieuse, je vais énumérer rapidement les caractères anatomiques des deux genres en contradiction avec ceux de la famille.

Stomates répondant au type *renonculacé*, c'est-à-dire entourés de plus de deux cellules irrégulièrement disposées, allongées *(Euptelea)*, circulaires *(Trochodendron)*. Poils internes dans le mésophylle, le pétiole et le parenchyme de la tige faisant saillie dans de larges lacunes *(Trochodendron)*. Bois de la tige formé de larges plages de parenchyme séparées par des bandes transversales de fibres ligneuses. Vaisseaux à diamètre très petit, égal à celui des cellules parenchymateuses, à parois pourvues de ponctuations simples ou aréolées *(Trochodendron)*. Rayons médullaires à cellules rectangulaires, le grand côté perpendiculaire à l'axe du rameau dans les coupes radiales *(Euptelea, Trochodendron)*. Moelle formée de cellules irrégulièrement polygonales, à parois très épaisses et fortement ridées *(Euptelea)*, à cellules arrondies contenant, les unes des gouttelettes d'huile, les autres une substance brun-marron qui, desséchée, se creuse de nombreuses vacuoles *(Trochodendron)*. Cellules oléifères nulles.

Étant donnée la constance absolue des caractères anatomiques considérés chez les *Magnoliacées* et leur flagrante contradiction avec ceux des *Euptelea*, j'en conclus que ces derniers ne sont pas des *Magnoliacées*. MM. Bentham et Hooker avaient tout d'abord placé le *Trochodendron* dans les *Araliacées*. Les *Euptelea* ont été pendant quelque temps rapportées aux *Ulmacées*. Ce n'est donc pas sans hésitation que le classement de ce groupe dans les *Magnoliacées* a été opéré. Quant à dire à quelle famille il se rapporte, je ne le puis encore, à cause de l'insuffisance des données que je possède, et je fais appel sur ce point, en attendant la publication de mon étude complète, aux judicieuses observations des savants spécialistes.

Digitized by Google

M. O. LIGNIER

Professeur à la Faculté des Sciences de Caen.

LA NERVATION DES CYCADACÉES EST DICHOTOMIQUE

— Séance du 14 août 1894 —

La famille des Cycadacées actuelles comprend deux sous-familles : les Cycadées et les Zamiées (1). Celle-ci se compose à son tour des Stangériées et des Euzamiées. Les Cycadées et les Stangériées ne renferment chacune qu'un seul genre : *Cycas* et *Stangeria* ; toutes les autres Cycadacées sont des Euzamiées.

On sait déjà que chez la *Stangeria* le limbe est parcouru par de nombreuses et fines nervures transversales qui, détachées de la nervure principale, se dirigent vers le bord de la foliole après avoir subi une ou plusieurs dichotomies.

Chez la *Bowenia*, il est facile de voir que les nervures reçues par chaque foliole se ramifient dichotomiquement dans sa base avant de devenir faiblement divergentes en éventail.

Dans le genre *Encephalartos* on peut observer encore des bifurcations de nervures ; mais elles sont rapprochées du sommet des folioles et paraissent correspondre beaucoup plus à des divisions du limbe des folioles et à la formation de pointes latérales qu'à une véritable dichotomie.

En somme, d'après les notions généralement admises, les genres *Bowenia* et *Stangeria* sont les seuls qui présentent nettement une nervation dichotomique. Le but de cette note est de montrer que la dichotomie de la nervation est cependant un fait probablement habituel chez les Cycadacées.

Je rappellerai tout d'abord que j'ai déjà signalé, dans deux notes précé-

(1) Engler et Prantl, *Pflanzenfamilien*, t. II, p. 20, 1889.

Digitized by Google

dentes (1), l'erreur qui consiste à n'admettre qu'une seule nervure dans la foliole des *Cycas*. En réalité, la foliole de ce genre renferme une nervure principale de laquelle partent à angle droit des filets ligneux très fins, très nombreux et très serrés. Aussi, en faisant connaître ces faits pour la première fois, ai-je été amené à écrire que « toutes ces particularités font donc immédiatement songer à l'existence d'une *nervation réduite* dont la disposition primitive aurait été analogue à celle que l'on trouve chez les Tænioptéridées ». Or, on sait que la nervation des Fougères tænioptéridées est, en somme, une nervation dichotomique dont les dichotomies sont toutes contiguës à la nervure principale et dont les dernières ramifications, dirigées perpendiculairement à la nervure principale, s'allongent parallèlement les unes aux autres jusqu'au bord du limbe.

Des Euzamiées, c'est-à-dire du troisième groupe de Cycadacées, j'ai déjà observé deux genres : le *Dioon* et l'*Encephalartos*.

Dioon edule. — L'arc foliaire du rachis de *Dioon edule* se montre, sur une section transversale, plissé en Ω. Les faisceaux qui sortent dans les folioles s'en détachent successivement sur chacun des bords. Chaque foliole ne reçoit qu'un seul faisceau et celui-ci peut, ou bien être déjà individualisé depuis un certain temps dans le bord de l'arc foliaire du rachis, ou bien ne s'y individualiser qu'au moment de sa sortie, en se détachant du faisceau marginal de l'arc du rachis. Quoi qu'il en soit, ce faisceau de la foliole se dichotomise une première fois dans le bord même du rachis ; puis, immédiatement après, chacune des branches-filles se dichotomise à son tour en s'incurvant pour pénétrer dans la foliole.

Enfin, les quatre nervures ainsi produites se dédoublent rapidement dans la base de la foliole qui, dès lors, possède huit nervures à peu près équidistantes et à peu près de même importance. Ce sont celles-ci qui, restant parallèles entre elles jusque près du sommet des folioles, leur donnent l'aspect qui les a fait décrire comme possédant une nervation parallèle. Quand le nombre des nervures de chaque foliole est supérieur à huit, cela provient de ce que certaines d'entre elles, surtout parmi celles qui sont marginales, se dichotomisent une ou deux fois de plus dans la base de la foliole.

Les dichotomies ne se présentent pas toujours avec la régularité que je viens d'indiquer, mais toujours il reste absolument évident que la ramification des faisceaux détachés du rachis est dichotomique. Si ces dichotomies si nettes n'ont encore été observées par aucun botaniste, c'est assurément parce qu'elles se produisent toutes, soit dans le bord du rachis,

(1) O. Lignier, *la Nervation tænioptéridée des folioles de* Cycas *et le tissu de transfusion* (*Bull. de la Soc. Linn. de Normandie*, 4e série, 6e volume, 1892). — *Observations sur la nervation du* Cycas Siamensis (*Id.*, 4e série, 8e volume, 1894).

Digitized by Google

soit dans la base épaissie de la foliole, c'est-à-dire dans des régions où le parcours des nervures n'est pas, comme dans le reste de la foliole, facilement révélé, soit par le relief des faces, soit par la transparence des tissus.

Encephalartos Lehmanni. — Le système libéro-ligneux de la feuille d'*E. Lehmanni* appartient à un type plus complexe que celui du *Dioon edule*. Je ne veux d'ailleurs signaler de ces complications que celles qui ont rapport à mon sujet.

D'après ce que nous venons de voir, la racine du système libéro-ligneux de la foliole du *Dioon edule* se réduit, dans le rachis, à un seul faisceau descendant qui, par une marche de flanc, vient, soit se placer isolément dans le bord de l'arc foliaire du rachis, soit s'accoler au faisceau marginal de cet arc. Chez l'*E. Lehmanni* la racine foliolaire est, au même niveau, représentée par trois faisceaux qui forment un arc dont la convexité est tournée vers le plan de symétrie du rachis; plus bas, ces faisceaux rentrent dans l'arc foliaire rachidien dont ils constituent les faisceaux marginaux. Si l'on étudie la façon dont ces trois faisceaux pénètrent dans la foliole, on observe les faits suivants: chacun d'eux se dichotomise dans le bord du rachis ou dans la base de la foliole, le médian plus tardivement, les latéraux plus rapidement. De cette façon, le faisceau latéral inférieur produit rapidement quatre ou cinq divisions et fournit de la sorte huit à douze nervures; le faisceau supérieur se divise plus lentement et seulement deux à trois fois (rarement quatre fois) en produisant quatre à six nervures; le faisceau médian ne fournit ordinairement que deux branches. Ces dichotomies successives produisent donc de quinze à vingt nervures toutes sensiblement de même taille. Celles-ci deviennent ensuite parallèles et se terminent par accolements successifs, ainsi qu'on le sait, soit dans le sommet de la foliole, soit dans des pointes latérales.

Ainsi donc, toutes les Cycadacées chez lesquelles l'anatomie de la feuille est suffisamment connue présentent dans leurs folioles une *nervation dichotomique* plus ou moins pure. Cette nervation est particulièrement nette et apparente chez la *Stangeria* et la *Bowenia*. Elle est également nette chez les Euzamiées, mais masquée à première vue; les dichotomies s'y font, en effet, dans le rachis support et dans la base épaissie de la foliole, de telle sorte qu'elles ne laissent aucune trace extérieure. Chez les *Cycas*, la nervation dichotomique prend la forme dite *tænioptéridée*.

Digitized by Google

M. GENEAU DE LAMARLIÈRE

Docteur ès sciences, Préparateur à la Faculté des Sciences de Paris.

SUR L'ÉTAT ÉCIDIEN DU « CRONARTIUM FLACCIDUM WINT. »

— *Séance du 14 août 1894* —

D'après les recherches de M. Cornu (1) et de M. Klebahn (2), il faudrait distinguer dans la Rouille du tronc des Pins *(Peridermium Pini*, variété *corticolum)* les écidies de deux Urédinées différentes : l'une, le *Peridermium Cornui*, produit des téleutospores (*Cronartium asclepiadeum* Fr.) sur le *Vincetoxicum officinale*; l'autre, le *Peridermium Pini* Kleb., produirait des téleutospores sur une plante nourricière encore inconnue.

D'autre part, les recherches de M. Klebahn (3) paraissent démontrer que le *Peridermium Pini* variété *acicolum*, ou Rouille des feuilles du Pin, renferme les écidies de trois espèces d'Urédinées : le *P. oblongisporium* Fück. donnerait des téleutospores *(Coleosporium Senecionis)* sur les Seneçons, le *P. Plowrightii* Kleb. des téleutospores *(Coleosporium Tussilaginis)* sur le *Tussilago*, et le *P. Stahlii* Kleb. des téleutospores *(Coleosporium Euphrasiæ)* sur les Mélampyres, etc.

Les choses en étant là, je me suis demandé si le *Cronartium flaccidum* (Alb. et Schw.) Winter, dont les urédospores et les téleutospores se développent sur les Pivoines, et sont tout à fait semblables à celles du *C. asclepiadeum*, n'aurait pas, lui aussi, ses écidies sur le Pin.

Partant de cette idée, j'ai semé des spores de *Peridermium corticolum* que j'avais recueillies dans la forêt de Fontainebleau, sur les rameaux du Pin silvestre. Le 28 avril 1894, je fis les semis sur le *Pæonia grandiflora* et le *P. officinalis*. J'eus soin d'isoler au moyen de cloches de verre les individus inoculés. Environ trois semaines après, des nécessités d'ordre administratif obligèrent de déplacer le massif de Pivoines où se trouvaient les individus inoculés; on les transplanta en les marquant, mais on négligea de remettre les cloches. Vers la fin de juin, les feuilles des indi-

(1) Cornu, *Comptes rendus de l'Acad. des Sc.*, t. XXXII, 1886.
(2) Klebahn, *Hedwigia*, 1890.
(3) Klebahn, *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten*, t. II, 1892.

Digitized by Google

vidus de *P. officinalis* mis en expérience se couvrirent, à la face supérieure, de taches pourpre foncé très larges. Le 5 juillet, le milieu des taches commençait à devenir grisâtre et à la face inférieure on pouvait voir les urédospores et les téleutospores du *Cronartium flaccidum* parfaitement développées. Ces spores, d'ailleurs, comparées à celles du *C. asclepiadeum* recueilli sur les *Vincetoxicum* de la forêt, ne différaient en rien.

La culture démontre donc que le *Cronartium flaccidum* développe sa forme écidienne sur le Pin silvestre, et il est bien probable que ce *Cronartium* et le *C. asclepiadeum* ne font qu'une seule et même espèce. On peut donc réunir dans le tableau suivant les écidies du Pin avec leurs développements successifs :

Peridermium Pini.	Corticolum	P. Cornui	Cronartium asclepiadeum. Cronartium flaccidum.
		P. Pini	?
	Acicolum	P. oblongisporium.	Coleosporium Senecionis.
		P. Plowrightii.	Coleosporium Tussilaginis.
		P. Stahlii.	Coleosporium Euphrasiæ.

Je ne pense pas qu'il soit nécessaire de donner un nouveau nom à l'espèce ; il suffit de conserver le nom de *Cronartium asclepiadeum*, qui est le plus ancien (1).

M. C. QUEVA

Docteur ès sciences, Préparateur de botanique à la Faculté des Sciences de Lille.

MODIFICATIONS ANATOMIQUES PROVOQUÉES PAR L'« HETERODERA RADICICOLA » MÜLL. DANS LES TUBERCULES D'UNE DIOSCORÉE

— Séance du 14 août 1894 —

Les tubercules des *Dioscorea illustrata* cultivés au Jardin botanique de Lille sont fréquemment envahis par l'*Heterodera radicicola* Müll., Nématode qui vit en parasite dans leurs tissus. Ce parasite produit dans les

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

Digitized by Google

tubercules des sortes de galles dont l'étude anatomique offre quelque intérêt.

Les régions envahies par le parasite se reconnaissent à ce qu'elles présentent des excroissances irrégulières en forme de verrues, qui font saillie à travers les crevasses de la surface *(fig. 1)*.

On sait que les tubercules du *D. illustrata* (1) sont le plus souvent portés à l'extrémité de longs pédoncules qui ont la valeur de fortes racines. Les galles se rencontrent fréquemment sur les pédoncules, c'est là que nous les étudierons tout d'abord.

Dans ces galles des pédoncules, les Nématodes sont logés à la périphérie du faisceau multipolaire. Les sections transversales successives pratiquées en avançant vers la galle montrent l'apparition de faisceaux secondaires qui se produisent de la façon suivante : Dans les galles jeunes on voit, en face de chaque pôle ligneux du faisceau multipolaire, l'assise péricam-

FIG. 1. — Deux galles formées sur le pédoncule d'un tubercule. *Pd* pédoncule ; *G* galle. Gr. nat.

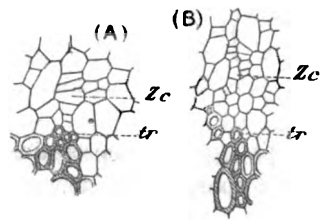


FIG. 2. — Formation d'un petit faisceau secondaire en arrière d'un pôle ligneux du faisceau multipolaire du pédoncule. *Tr* trachées du pôle ligneux; *Zc* zone cambiale. Gr. 170.

biale se recloisonner et fournir un massif de cellules *(fig. 2)*. A ce niveau la gaine est interrompue en face des pôles ligneux.

Dans le petit massif ainsi produit, les cellules contiguës aux trachées se différencient en éléments ligneux secondaires, vaisseaux rayés ou réticulés, tandis que les cellules extérieures donnent du liber. On a donc, en face d'un pôle ligneux, un petit faisceau secondaire dont le bois est contigu aux trachées des pôles ligneux du faisceau de la racine *(fig. 3)*.

La même chose se produisant pour plusieurs pôles voisins, on a, dans le voisinage l'un de l'autre, plusieurs faisceaux secondaires disposés sur un arc extérieur au faisceau multipolaire.

En approchant de la région moyenne de la galle, les faisceaux secondaires s'écartent des pôles, ils peuvent en être séparés par un grand nombre d'assises cellulaires. Ils sont alors disposés sur un arc à une certaine distance du faisceau de la racine. A ce niveau, la gaine du faisceau

(1) C. QUEVA, *Recherches sur l'anatomie de l'appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées*, p. 363. — Lille 1894.

Digitized by Google

n'est plus reconnaissable, ses cellules ne présentent plus d'épaississements.

Dans le tissu intercalé entre les faisceaux secondaires et les éléments primaires du faisceau de la racine, certaines cellules prennent des dimensions considérables et se distinguent nettement des autres par leur grande taille et par leur contenu. Elles sont remplies d'un protoplasme riche en granulations, présentant de nombreux noyaux et de grandes vacuoles. Elles sont dépourvues d'amidon *(fig. 4)*. Ces cellules atteignent souvent 0mm, 2, leur taille moyenne est de 0mm, 1. Sur des sections transversales du pédoncule, ces cellules géantes sont le plus souvent allongées dans le sens du rayon. On peut les voir s'avancer jusque dans l'assise rhizogène, tout près des éléments libéro-ligneux primaires. Ces cellules plurinucléées

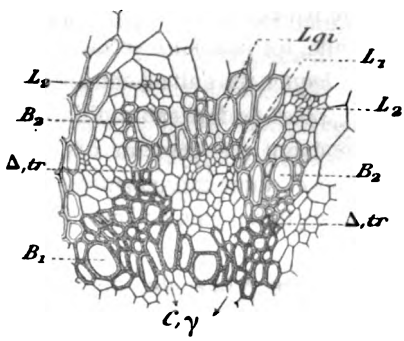


FIG. 3. — Formation de deux petits faisceaux secondaires contigus à deux pôles ligneux du faisceau d'un pédoncule. B_1, bois primaire; L_1 liber primaire; B_2 bois secondaire; L_2 liber secondaire; Δ *tr* trachées polaires du faisceau du pédoncule. *Lgi* liège interne épaissi. Gr. 170.

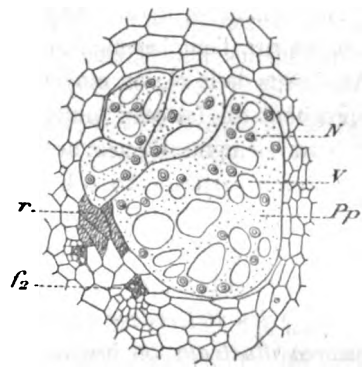


FIG. 4. — Section tangentielle d'un pédoncule au niveau d'une galle. *N* noyau, *V*, vacuole, *Pp* protoplasme d'une grande cellule plurinucléée, f_2 faisceau secondaire, *r* élément ligneux réticulé. Gr. 170. — La galle est jeune, les éléments ligneux différenciés sont peu nombreux.

forment des amas autour desquels s'établit un réseau d'éléments ligneux diaphragmatiques inséré sur les faisceaux secondaires ou sur le bois primaire du faisceau multipolaire.

Les cellules géantes plurinucléées sont toujours disposées de façon à entourer la région céphalique du Nématode qui produit la galle; la taille de ces cellules s'est accrue beaucoup sous l'influence de l'excitation produite par le parasite.

Ces cellules ont été signalées pour la première fois dans des conditions identiques par M. Treub dans les racines de la canne à sucre infestées par l'*Heterodera javanica* (1). MM. Vuillemin et Legrain (2) ont retrouvé

(1) M. TREUB, *Quelques mots sur les effets du parasitisme de l'*Heterodera javanica *dans les racines de la canne à sucre.* (Annales du Jardin botanique de Buitenzorg, vol. VI, 1re partie, p. 93).

(2) P. VUILLEMIN et LEGRAIN. — *Symbiose de l'Heterodera radicicola avec les plantes cultivées au Sahara.* (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, t. CXVIII, p. 549).

Digitized by Google

ces mêmes cellules dans des renflements produits par l'*Heterodera radicicola* sur les racines des plantes potagères du Sahara. — M. de Vildeman (1) a observé aussi ces cellules dans les racines d'un *Clerodendron*, où elles sont surtout localisées dans la région centrale du faisceau. — D'après MM. Vuillemin et Legrain, et aussi d'après M. de Wildeman, ces grandes cellules dériveraient des éléments jeunes des vaisseaux ligneux. Il n'en est pas de même dans le cas des galles du *D. illustrata*, puisque ces cellules se forment dans un tissu fondamental secondaire, en dehors de tout faisceau.

La masse des faisceaux secondaires et les grandes cellules plurinucléées sont plongées dans un tissu dont les cloisonnements se font parallèlement à une direction constante. Ce tissu a la valeur d'un tissu fondamental secondaire, il est formé par un cambiforme orienté de manière à circonscrire l'emplacement occupé par le parasite.

Au-dessus de la région moyenne de la galle, les faisceaux secondaires se rapprochent du faisceau multipolaire sur lequel ils s'attachent en accolant leurs éléments ligneux antérieurs aux pôles du faisceau multipolaire.

La région corticale du tubercule, ne pouvant pas contenir ces tissus nouveaux, se crevasse et la galle prend l'aspect d'une excroissance qui fait saillie entre les lèvres d'une fente *(fig. 1)*. La surface même de l'excroissance est de nature subéreuse.

Lorsque les *Heterodera* envahissent la région renflée du tubercule du *Dioscorea illustrata*, on les trouve toujours dans la périphérie de l'organe à 1 ou 2 millimètres au-dessous de la surface, alors que le tubercule a souvent 3 ou 4 centimètres de diamètre.

Les galles formées dans ce cas sont constituées comme celles qui sont placées sur le pédoncule. On voit au centre de la galle de grandes cellules plurinucléées entourant la région céphalique du parasite; des éléments vasculaires courts forment un réseau autour de ces grandes cellules; ils s'attachent sur le bois des faisceaux primaires unipolaires du tubercule. Le tissu fondamental qui entoure les éléments ligneux de la galle est d'origine secondaire, il est issu d'un cambiforme qui circonscrit la galle.

Ces galles situées dans le tubercule ne présentent pas les faisceaux secondaires qui ont été décrits ci-dessus dans les galles formées sur les pédoncules.

Pendant toute la période de végétation de la plante, les *Heterodera* se reproduisent dans les tubercules parasités qui hébergent de la sorte une série de générations.

Pendant la période de repos de la plante, les Nématodes parasites sont

(1) É. de Wildeman. — *Sur les nodosités des racines du Clerodendron Bungei Steud.* (Bull. de la Soc. belge de Microscopie, 20e année, p. 228).

Digitized by Google

à l'état d'œufs ou de jeunes larves encore enfermées dans la coque de l'œuf. Lorsque les galles sont situées dans les tubercules, les jeunes larves se développent dans ces organes à la reprise de la végétation. Il n'en est pas de même lorsque les galles se sont formées sur les pédoncules des tubercules. Comme ces pédoncules se détruisent après chaque période de végétation, les œufs et les larves sont séparés de la plante nourrice ; il est probable que les Nématodes peuvent éclore dans la terre humide et y vivre assez longtemps à l'état libre, comme on l'a observé pour l'*Heterodera Schachtii*. L'introduction des larves dans la nourrice se fait très probablement en certains points présentant déjà une fente, une cassure ou une insertion de racine. Ces insertions de racines permettent au parasite, en suivant la surface de la radicelle, de s'avancer assez profondément dans les tissus. J'ai observé, en effet, bien des fois une insertion de racine au voisinage immédiat des galles produites sur les pédoncules ou sur les tubercules en voie de développement.

Chez beaucoup de plantes attaquées par l'*Heterodera radicicola*, les organes envahis sont rapidement détruits et la plante meurt si elle ne parvient pas à remplacer ces organes. En règle générale, les Dicotylédonées résistent mieux que les Monocotylédonées parce que les racines attaquées fournissent rapidement des radicelles.

Cependant la présence de l'*Heterodera radicicola* ne semble pas nuire au *Dioscorea illustrata;* les sujets parasités ne se distinguent pas des autres. Nous aurions donc, au point de vue physiologique, un cas de symbiose plutôt qu'un cas de parasitisme. Mais il ne semble pas que la présence de l'*Heterodera* donne à la plante le moyen de résister à des conditions défavorables quelconques, comme MM. Vuillemin et Legrain l'ont montré pour certaines plantes potagères cultivées au Sahara.

L'étude précédente montre que les grandes cellules plurinucléées, formées au voisinage de la tête du parasite, peuvent se différencier aux dépens de cellules jeunes quelconques et non pas seulement aux dépens de cellules des jeunes vaisseaux ligneux.

Dans les galles insérées sur les pédoncules des tubercules, la formation des petits faisceaux secondaires sur la face externe de la galle nous a montré la mise en rapport directe de ces petits faisceaux avec les éléments trachéens primaires du faisceau multipolaire.

Enfin, il est à remarquer que, dans ces galles, la région occupée par le parasite ne se comporte pas comme une surface libre mortifiée ; au contraire, ses cellules s'accroissent et prennent un grand nombre de noyaux. Dès lors, le cambiforme qui entoure la galle fournit du tissu fondamental secondaire vers le centre de cette galle et les faisceaux secondaires ont aussi leur bois tourné vers la même région.

Digitized by Google

M. W. RUSSELL

Docteur ès sciences, à Paris.

CONTRIBUTIONS A L'ÉTUDE DE L'INFLUENCE DU CLIMAT SUR LA STRUCTURE DES FEUILLES (1)

— Séance du 14 août 1894 —

Dans une communication faite cette année à l'Académie des Sciences (2), j'ai déjà montré que l'étude comparative des végétaux de même espèce vivant, les uns dans la région méditerranéenne, les autres sous le climat parisien, révélait de notables différences dans la structure de leurs divers organes et notamment dans leurs feuilles.

Je reprends aujourd'hui le même sujet en me limitant à l'étude de l'épiderme foliaire que j'avais intentionnellement laissée de côté dans ma précédente note.

Le tissu épidermique, par suite de son contact immédiat avec les agents extérieurs, est, on le sait, très sensible aux phénomènes d'adaptation ; aussi son examen comparatif chez des plantes soumises à des conditions climatériques aussi différentes que celles qui régissaient les végétaux étudiés ne pouvait manquer de fournir des données intéressantes.

Une semblable étude n'était susceptible d'être faite avec fruit que si elle portait sur des éléments aussi comparables que possible; dans ce but, j'ai recueilli moi-même mes échantillons avec le plus grand soin (3), et je ne me suis adressé qu'à des feuilles complètement développées ; en outre, j'ai prélevé les fragments d'épiderme et opéré les sections transversales au voisinage de la nervure médiane et dans la région moyenne du limbe. Ces dernières précautions sont de toute nécessité et en négligeant de les observer, je risquais d'obtenir des résultats contradictoires, car il est bien démontré aujourd'hui que le nombre des stomates et la taille des cellules

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. Gaston Bonnier.

(2) W. Russell, *Modifications anatomiques des plantes de la même espèce dans la région méditerranéenne et dans la région des environs de Paris.* (Comptes rendus de l'Academie des Sciences, avril 1894.)

(3) Les plantes du Midi provenaient de Carnoules (Var), celles des environs de Paris, de Lardy (Seine-et-Oise) ; les unes et les autres ont été récoltées au moment de leur floraison.

Digitized by Google

varient selon que l'on examine une feuille adulte ou une jeune feuille, et même les différentes régions d'une feuille considérée.

L'examen comparatif de cinquante-huit espèces de plantes herbacées ou subligneuses réparties dans vingt-trois familles m'a permis d'établir que l'influence du *climat méditerranéen* se traduit sur la structure des cellules épidermiques de la façon suivante :

1° *Diminution et souvent disparition complète des sinuosités ;*

2° *Augmentation d'épaisseur, sur toutes les faces, des parois des cellules et notamment des cellules bordant les fentes stomatiques ;*

3° *Accroissement du nombre des stomates ;*

4° *Augmentation du volume des cellules ;*

5° *Étirement des cellules suivant la longueur de la feuille.*

Il est facile de démontrer que les modifications de structure que les plantes de notre région subissent sous le climat méditerranéen dépendent en grande partie des conditions physiques spéciales que ces plantes y rencontrent.

Dans le Midi, on le sait, les précipitations atmosphériques ne sont pas réparties entre toute l'année, car la saison chaude de l'été y est exempte de pluie ; en outre, l'intensité lumineuse y est très grande et la chaleur relativement fort élevée.

Les plantes qui vivent dans la région méditerranéenne doivent, par conséquent, s'adapter de façon à pouvoir profiter le plus possible des radiations lumineuses et en même temps se mettre à l'abri de la perte d'eau par évaporation que l'extrême sécheresse de l'atmosphère peut déterminer chez elles.

L'influence de la lumière sur le tissu épidermique, ainsi que cela a été démontré pour les plantes de notre région, par les recherches expérimentales de M. Dufour (1), se traduit par une augmentation des dimensions des cellules et par une tendance à la diminution de leurs sinuosités ; aussi voyons-nous les cellules de l'épiderme des plantes méditerranéennes atteindre parfois une taille considérable et perdre souvent entièrement les sinuosités qu'elles présentent toujours chez les plantes de nos environs, lors même qu'elles végètent dans des stations très éclairées.

Quant aux modifications destinées à ralentir la perte d'eau par évaporation, elles sont évidemment réalisées par l'épaississement plus grand que présentent sur toutes leurs faces les parois des cellules épidermiques, particulièrement au voisinage des fentes stomatiques.

(1) L. Dufour, *Influence de la lumière sur la structure des feuilles.* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, 1887.)

Digitized by Google

M. le Dr Ed. BONNET

à Paris.

RECHERCHES HISTORIQUES, BIBLIOGRAPHIQUES ET CRITIQUES SUR QUELQUES ESPÈCES DE DORONICS

— Séance du 14 août 1894 —

La majorité des auteurs s'accorde à faire dériver le nom générique *Doronicum* de l'arabe; Linné croit y reconnaître, au contraire, un composé de deux mots grecs : δῶρον et νίκη, qui donne la victoire, sous-entendu contre les bêtes féroces, étymologie fautive et basée sur une erreur historique; enfin Dietz, dans ses *Analecta* (p. 10), considère, sans plus de raison, le Doronic comme un médicament d'origine indienne.

En réalité, ce sont les médecins arabes du moyen âge qui ont introduit dans la thérapeutique, sous le nom de *dourondj*, une racine douée, suivant eux, de propriétés cordiales et alexitères. Avicenne, Sérapion, Razès, Ibn-Zohr et bien d'autres encore mentionnent ou décrivent cette drogue; quelques-uns font même remarquer, avec intention, qu'elle était inconnue des anciens. Ibn-Beïthar donne, de la plante qui produit le dourondj, une description qui répond très exactement à un *Doronicum;* suivant cet auteur, le Doronic est abondant dans les montagnes de l'Andalousie, aux environs de Beïrout et dans le Liban, où il porte le nom d'*oqaïreba* (mot dérivé du radical *aqreb*, scorpion); la racine est seule employée et la meilleure est celle qui est jaune en dehors, blanche en dedans, et ressemble à un scorpion, etc.

Ces indications d'Ibn-Beïthar permettent de conclure que les médecins arabes confondaient plusieurs espèces sous une même dénomination : aux montagnes de Syrie et du Liban ils empruntaient le *Doronicum caucasicum* M. B., tandis qu'en Andalousie ils trouvaient les *D. Pardalianches* L. et *carpetanum* B. et R.

De l'Orient, le Doronic passa en Occident où la polypharmacie arabesque était alors en grand honneur et nous le trouvons mentionné dans l'*Alphita*, le *Circa instans*, l'*Hortus Sanitatis*, etc.; mais tous ces traités de matière médicale se bornent à décrire la drogue elle-même et aucun ne connaît la plante qui la produit; on voit même, par la première édition de

Digitized by Google

l'*Hortus Sanitatis*, qu'à la fin du xve siècle, les officines de l'Europe recevaient encore la racine de Doronic de l'Orient, probablement par l'intermédiaire des Vénitiens, lesquels avaient depuis longtemps monopolisé à leur profit le commerce des drogues et des aromates.

Avec le développement des études botaniques au xvie siècle, le Doronic est mieux connu, les auteurs en décrivent même, sans beaucoup de méthode et de discernement, plusieurs espèces; mais leurs recherches sur ce sujet portent l'empreinte de deux préoccupations dominantes : constater d'abord dans la racine de l'une des espèces décrites cette forme scorpioïde mentionnée par les médecins arabes et, en second lieu, affirmer ou réfuter l'identité de l'*Aconitum Pardalianches* (1) des naturalistes grecs et romains avec l'un des Doronics connus. En ce qui concerne l'analogie plus ou moins évidente que la racine de certains Doronics présente avec l'extrémité caudale du scorpion (*Buthus europæus* L.), il suffit de quelques observations pour se convaincre que cette forme n'est pas un caractère spécifique, mais un accident individuel dû à des circonstances locales; on peut la trouver non seulement chez le *Doronicum scorpioides* W., mais aussi dans certains spécimens parfaitement caractérisés de *D. Pardalianches* L.; pareille constatation ne devait pas gêner les naturalistes des xvie et xviie siècles, habitués à faire passer le respect des anciens avant l'observation des faits; aussi, la plupart des iconographes de cette époque ont-ils soin de représenter un Doronic à racine scorpioïde qui est plus un produit de l'art que de la nature; si des phytographes sérieux, comme Mattioli, Dodoens, de l'Écluse, de l'Obel, etc., nous passons à des rêveurs tels que J.-B. Porta, la figure des plantes atteint alors les limites de la fantaisie (cf. *Phytognomonica* J.-B. Portæ). Quant à l'identification du Doronic avec l'*Aconitum Pardalianches*, cette question, qui nous semble aujourd'hui si futile, avait alors, aux yeux des savants, une importance capitale; pendant plus d'un siècle elle passionna les botanistes et l'on peut dire avec Morison : *De hoc tanta est auctorum discordia, quanta vix de ulla alia planta* (*Hist. pl.* III, 126). La théorie de l'identité, formulée pour la première fois par Mattioli, fut reprise et défendue par Rembert Dodoens d'abord dans ses *Purgantia* (p. 305), puis successivement dans les *Pemptades* (p. 437) et dans le *Cruydtboeck* (p. 718); chacun de ces livres contient une figure, toujours la même, et qui porte dans les *Purgantia* le nom d'*Aconitum Pardalianches* seul, tandis que, dans les deux autres ouvrages, elle devient l'*A. Pardalianches primum*, la qualification d'*A. Pardalianches alterum* étant réservée pour un autre Doronic à racine scorpioïde dont la détermination reste incertaine; de plus, il faut noter qu'entre la publication des *Purgantia* (1574) et celle des *Pemptades* (2e éd.

(1) On sait que Fuchs donne ce nom au *Paris quadrifolia* L.

Digitized by Google

1616), la figure xylographique du *Pardalianches primum*, exécutée pour Dodoens, est utilisée par de l'Obel dans ses *Icones stirpicum* (p. 649) et par de l'Écluse pour son *Historia plantarum* (II, 16) et que chacun de ces auteurs la présente sous un nom nouveau : pour le premier, c'est une variété du *D. tertium*, tandis qu'avec Clusius elle devient le *D. latifolium*.

Malgré le désaccord qui régnait entre les médecins-botanistes sur les propriétés vénéneuses du Doronic, cette substance n'avait rien perdu de sa réputation; elle entrait dans plusieurs compositions et se trouvait dans toutes les officines sous le nom de *Doronicum romanum*, mais les apothicaires ne le recevaient plus d'Orient ; Pomet nous apprend (*Hist. des Drogues*, livre II, chap. XVI) qu'on récoltait le Doronic dans « les montagnes de Suisse, d'Allemagne, de Provence et du Languedoc », la figure qu'il en donne représente, comme celle de Blackwel (tab. 239), le *D. Pardalianches*, mais il cite en outre un *Aconitum Pardalianches Plantaginis folio* qui ne peut être que le *D. plantagineum* L. et d'autres indications, permettent de conclure qu'aux deux espèces précédentes, on mélangeait encore les racines du *D. austriacum* Jacq. Cette confusion, due principalement à la difficulté de distinguer par des signes certains les racines des diverses espèces, persista, sans conséquences fâcheuses du reste, jusqu'au moment où cette drogue disparut de la thérapeutique; toutefois, il ne faut pas oublier que, théoriquement, c'est toujours le *D. Pardalianches* qui constitue, pour les anciens pharmacologues, la sorte officinale par excellence.

Ce coup d'œil rétrospectif dans le domaine de la botanique médicale resterait incomplet si je n'y ajoutais l'examen du *Materia medica* de Linné; l'étude de ce traité, autrefois classique, m'amènera à discuter l'identification proposée récemment, au sein de la Société botanique de France (*Bull.*, XL, 186), entre le Doronic mentionné par Linné, d'abord dans son *Materia medica*, puis dans son *Species*, et la plante décrite postérieurement par Willdenow sous le nom de *D. scorpioides;* par une conséquence toute naturelle, j'aurai à rechercher la valeur et les affinités de cette espèce critique et j'espère apporter, dans la discussion ouverte sur ce sujet depuis plus de deux ans (1), des arguments nouveaux et de quelque importance.

Dans le *Materia medica* publié en 1749, c'est-à-dire avant la création des *nomina trivialia*, Linné caractérise le Doronic des officines par une phrase excessivement laconique; toutefois, il ressort de ce laconisme même et de la synonymie pharmaceutique adoptée, que Linné avait en vue une drogue bien connue des apothicaires et nous avons vu précédemment que le Doronic officinal était le *Doronicum Pardalianches;* si

(1) *Bull. Soc. bot. Fr.*, XL, 115, 186 et 333.

Digitized by Google

donc Linné eût voulu lui substituer une sorte nouvelle, il n'eût pas négligé d'en prévenir le lecteur; en outre, pour éviter toute confusion, Linné ajoute à sa courte diagnose le synonyme de Bauhin (*D. radice Scorpii, Pin.*, 184) et l'indication de l'habitat : Alpes Valesiæ, Genevæ, Thuiri; or, ce dernier renseignement est emprunté à l'*Enumeratio methodica* de Haller (p. 738), l'ordre des localités étant seul interverti, et, si l'on étudie le texte de Haller, on voit que cet auteur a décrit le *D. Pardalianches*, ce que confirme, du reste, l'examen de son herbier dans lequel il n'existe aucun échantillon de *D. scorpioides;* quant à la phrase du *Pinax* je l'ai toujours vue, avec celle de Clusius (*D. latifolium*), appliquée dans les plus anciens herbiers que j'ai pu consulter au *D. Pardalianches;* les figures de l'*Hortus Eystettensis* (*Pl. vern.*, fol. 5), de Camerarius (823) et de Tabernæmontanus que Kirschleger (*Fl. Als.*, 473) qualifie de *bona* confirment les déterminations des anciens herbiers; Morison, qui a soigneusement mis en évidence (1) les erreurs de Gaspard Bauhin, adopte sans discussion la synonymie du *Pinax* (*Hist. pl.*, III, 127, tab. 24); plus récemment, Hagenbach, qui a fait une étude spéciale des plantes de Bauhin, réunit (*Tent. fl. Basil.*, II, 333) sans hésitation le *D. radice Scorpii* au *D. Pardalianches*; enfin, Willdenow rapporte (*Sp.*, III, 1213) la phrase du *Materia medica*, non pas à son *D. scorpioides*, mais bien au *D. Pardalianches*.

Avec le *Species* (éd. I, p. 885 et éd. II, p. 1247), Linné introduit la confusion en réunissant ce que ses devanciers avaient fort justement séparé; il caractérise, d'une façon générale, son *D. Pardalianches* par la phrase du *Materia medica* et il en sépare une variété β, dont il ne donne pas de diagnose, mais à laquelle il attribue les synonymes de Bauhin, de Clusius et de Dodoens; quant au type ou à la var. α, les synonymes de l'*Hortus Cliffortianus*, du *Pinax* et surtout la figure de Clusius (*Hist.*, II, 19), font reconnaître facilement le *D. austriacum* Jacq.; cette synonymie a, du reste, été fort bien exposée par Koch (*Syn.*, 420-21) et par le Dr Saint-Lager (ap. Cariot, *Étude des fleurs*, 8e éd., II, 474) qui ont jugé, contrairement à de Candolle (*Prodr.*, VI, 321), que, puisque la var. α du *D. Pardalianches* L. était le *D. austriacum* Jacq., il fallait considérer la var. β comme répondant au vrai *D. Pardalianches*. Si en effet on veut, avec de Candolle, retrouver dans le *D. Pardalianches* var. β du *Species*, le *D. scorpioides* Willd., on se trouve en présence de ce dilemme : ou bien il faut abandonner le nom de *D. Pardalianches* dont nous faisons une application erronée, ou bien il faut réserver ce nom à la plante que nous appelons aujourd'hui *D. austriacum* Jacq. et, dans l'une et l'autre alternative, le Doronic qui nous est connu sous la dénomination de

(1) *Hallucinationes* G. BAUHINI *in Pinace.*

Digitized by Google

D. Pardalianches devient désormais le *D. cordatum* Lam. (*Fl. fr.*, II, 128); il est inutile, je pense, d'insister sur les résultats d'un pareil imbroglio et je passe de suite à l'examen critique du *D. scorpioides* Willd. (*Sp.*. III.. 2114 [1800]).

Tout d'abord, je relève une erreur dans la synonymie du *D. Pardalianches* auquel Willdenow rapporte, à tort, les phrases de l'*Hortus Cliffortianus* (411) et du *Pinax* (185), qui désignent le *D. austriacum;* sur la dernière, il ne pouvait même y avoir de doute, puisque Jacquin la cite à la planche 130 de son *Flora austriaca* publié vingt-six ans avant le tome III du *Species*; cette première constatation éveille, je l'avoue, ma défiance vis-à-vis des citations bibliographiques qui accompagnent et complètent la diagnose du *D. scorpioides*; des quatre synonymes donnés par Willdenow, j'ai déjà démontré que les phrases de Bauhin *(D. radice Scorpii)* et de Clusius *(D. latifolium)* étaient toujours appliquées simultanément, par les antilinnéens, à une seule et même espèce : le *D. Pardalianches* et que cette interprétation avait été confirmée par les auteurs qui, plus récemment, se sont occupés des plantes de Bauhin et de Clusius, la figure de ce dernier est même citée avec éloge par Koch (1). En second lieu, la diagnose du *D. plantagineum* Roth (*Tent.* II, 322, non L.) à laquelle Willdenow renvoie, est tellement ambiguë qu'elle ne permet pas de reconnaître la plante que l'auteur avait en vue; toutefois, malgré son insuffisance, elle nous renseigne sur un point important, à savoir que Roth avait récolté son Doronic dans un verger : « *Planta mea quam copiose in graminosis pomarii cujusdam prope Blumenthal...* »; quant à la figure de Dodoens, j'ai déjà dit, ce que tout le monde pourra vérifier, que le même bois avait passé successivement des *Purgantia* (305) dans les *Pemptades* (437), le *Cruydtboeck* (718), les *Icones* de l'Obel (649) et l'*Historia plantarum* de Clusius (II, 16), tous ces ouvrages ayant été édités par les Plantin. Je ne comprends donc pas comment il sera possible de concilier ces deux opinions si différentes formulées par le même auteur : « que, si la vieille figure donnée par Clusius peut être diversement interprétée,... la figure de Dodoens correspond exactement au *D. scorpioides* » (*Bull. Soc. bot. fr.*, XL, 180). Au reste, les *Purgantia* ne constituent qu'un chapitre de botanique médicale et l'auteur s'y propose moins de décrire une plante connue que de démontrer l'identité du Doronic officinal avec l'*Aconitum Pardalianches* des anciens, et les différences qui le séparent du Dourondj des Arabes; il revient sur cette question dans ses *Pemptades*, en attribuant à son *Aconitum Pardalianches primum* des feuilles assez semblables à celles du *Cyclaminus* et il ajoute :

(1) *D. Pardalianches* L.... *D. latifolium* Clus... *dignoscitur stolonibus... in figura Haynii et Clusii optime repræsentatis* (*Syn.* 420).

Digitized by Google

« *montanis, asperis, saxosis et abruptis gignitur locis, in ipsis etiam jugis, descendit quandoque ad mitiora...* »; à côté de cette espèce, Dodoens décrit et figure un *Aconitum Pardalianches alterum*, à racine scorpioïde, dont la détermination reste douteuse pour Koch ainsi que pour J. d'Avoine et Morren, tandis que ces deux derniers auteurs, qui ont fait une étude approfondie des œuvres de Dodoens (1), n'hésitent pas à identifier l'*Aconitum Pardalianches primum* avec le *Doronicum Pardalianches*.

Si la synonymie de Willdenow est défectueuse, sa description manque de précision; les caractères de son espèce, qu'il tire de la forme des feuilles, de leur pubescence, etc., sont même quelque peu contradictoires; enfin, il l'indique : *in Montosis Germaniæ, Austriæ*, ce qui ferait croire à une plante assez répandue; neuf ans plus tard il en donne (*Enum. pl., hort. berol.* p. 898 [1809]) une autre diagnose légèrement modifiée, en supprimant tous les synonymes et les indications de figures cités dans le *Species* et, plus tard, Koch (*Syn.*, 420) confirme cette suppression en faisant suivre la citation du *Species* de la mention « *exclus. omnibus syn. præter Rothii* ». Nonobstant la nouvelle diagnose de l'*Hortus berolinensis* le *D. scorpioides* reste toujours aussi mal défini; aussi tous les phytographes qui ont, après Willdenow, à s'occuper de cette espèce, de Candolle, Koch, Boreau, pour ne citer que les plus connus, ont-ils jugé nécessaire de modifier plus ou moins la description princeps et d'y ajouter des caractères dont le *Species* ne fait aucune mention; de plus, comme chaque auteur a en vue tantôt une plante cultivée, tantôt une plante recueillie dans une localité spéciale, l'accord est loin de régner dans leurs descriptions; ainsi, par exemple, la plante de la *Flore française* et du *Botanicum gallicum* vient très probablement du Jardin de *Montpellier*, comme celle envoyée par Delile à l'herbier de Berlin, et n'est pas exactement celle de Willdenow; les spécimens qui ont servi pour la rédaction du *Prodromus* sont, les uns spontanés, les autres cultivés, ceux-ci répondant assez exactement au *D. scorpioides* Willd., ceux-là à peine distincts du *D. Pardalianches*, on y trouve même mélangés quelques échantillons d'*Aronicum scorpioides* D. C.; des deux planches citées par de Candolle, l'une, celle d'Hayn, est excellente « *optima* » comme il le dit lui-même et j'aurai à en reparler, mais l'autre, celle de l'*English Botany* (630), est composée d'une tige de *D. plantagineum* L. à laquelle le dessinateur a accolé une feuille radicale de *D. Pardalianches* (1).

Koch indique son *D. scorpioides* au mont Salève où les botanistes suisses ne connaissent que le *D. Pardalianches*. Quant à la plante de

(1) P.-J. D'AVOINE et Ch. MORREN, *Éloge de Rembert Dodoens suivi de la concordance des espèces végétales*, etc.

(2) *The original plate in* English Botany, n° 630, *under the name of* D. Pardalianches, *represents* D. Plantagineum *with a root-leaf of the true* D. Pardalianches *added to it* (*Engl. Bot.* third ed. V. 92).

Digitized by Google

Boreau, il résulte des recherches récentes de M. Le Grand (*Bull. Soc. bot. fr.*, XL, 353) qu'elle est loin de représenter un type bien uniforme; de plus, le *Doronicum* du bois d'Évantard que Boreau réunissait au *D. Plantagineum* et que M. Rouy considère comme appartenant au *D. scorpioides*, proviendrait, suivant M. l'abbé Hy, d'anciennes cultures.

En présence des contradictions que je viens de relever, j'ai voulu savoir, ce dont personne ne s'était inquiété, si l'échantillon original de Willdenow existait encore et, dans ce cas, quels étaient son origine, son facies, la forme de ses feuilles et des diverses parties du capitule, ses affinités, etc.; je me suis donc, dans ce but, adressé à M. le professeur Ascherson qui a bien voulu, avec son obligeance habituelle, étudier la plante de l'herbier Willdenow et la comparer tant avec les espèces voisines qu'avec les planches citées par les auteurs et quelques échantillons extraits de mon herbier; je transcris ci-après la réponse de mon savant correspondant : « La plante de l'herbier Willdenow y est représentée par deux échantillons bien conservés qui ont le port d'une plante cultivée; Willdenow l'avait reçue d'un nommé Buek, probablement le jardinier qui a introduit aux environs de Berlin le *Lepidium virginicum* (Cf. Ascherson in *Abhandl. Bot. Ver. Brandenb.* XXXIII, 142). Le type de Willdenow est extrêmement voisin du *D. Plantagineum* de l'ouest de l'Europe; tous deux ont les tubercules petits, la tige grêle, moins velue, les feuilles moins dentées que le *D. Pardalianches*, les radicales jamais franchement en cœur, mais atténuées, arrondies, tronquées au plus subcordées comme dans le *Populus canadensis*. Une autre différence, signalée par Hayne (*Arzneik. Gewächs.* VI, tab. 22), dont la planche est excellente se trouve dans les capitules : dans le *D. Pardalianches* les folioles du péricline sont plus larges à la base, on peut les dire acuminées ; dans les *D. scorpioides* et *plantagineum* elles sont très étroites, seulement aiguës; la même différence se remarque dans les ligules : elles sont plus larges dans le *D. Pardalianches* que dans les deux autres.

Je croirais volontiers que le *D. scorpioides* est une forme de *D. Plantagineum* produite par la culture, s'il n'y avait à cela un obstacle assez sérieux; Koch dit positivement du *D. scorpioides: stolonibus nullis* et la planche de Hayne confirme cette assertion; or le *D. plantagineum* est aussi franchement stolonifère que le *D. Pardalianches*. La partie souterraine de la plante de Willdenow n'est pas suffisamment complète pour juger de la présence ou de l'absence de stolons. Si vous avez à Paris l'ouvrage de Hayne, vous pouvez vous dispenser de voir le type de Willdenow en observant seulement que la plante a quelques feuilles subcordées qui ne sont pas dessinées dans la planche de Hayne. »

Je rappellerai d'abord que Hayne a commencé la publication de son ouvrage en 1805, à Berlin, et qu'il a dû très vraisemblablement avoir à

Digitized by Google

sa disposition la plante cultivée par Willdenow lui-même au Jardin botanique; ensuite, aux remarques de M. Ascherson, j'ajouterai, pour les personnes qui n'ont point à leur disposition la planche de l'*Arzneikunde*, que le *D. scorpioides* est représenté avec une souche courte, épaisse et ne rappelant guère la forme d'un scorpion; la tige est rameuse, polycéphale, le réceptacle poilu, les achaînes de la circonférence glabres, enfin, les calathides portent un double rang de demi-fleurons, ce qui indique un commencement de duplicature et semble justifier l'origine culturale soupçonnée par M. Ascherson.

Koch cite, en outre, la planche 80 du *Deutschlands Flora* de Sturm; mais cette figure, de très petit format, est excessivement médiocre et ne concorde, avec celle de Hayne, que pour la forme des feuilles radicales. Je n'accorde, pour ma part, qu'une médiocre importance aux stolons depuis que j'ai pu constater, comme MM. Chabert et Battandier, que le *D. Pardalianches* var. *atlanticum* Chab. (*D. scorpioides* Coss. non Willd) du Nord-Afrique pouvait en être muni ou dépourvu; quant aux achaînes de la circonférence, Koch les dit *puberulis vel glabris*, j'ai constaté sur les plantes du Centre, citées par Boreau, des achaînes radiaux tantôt glabres et tantôt velus, tandis que le *Doronicum* de Tunisie et d'Algérie m'a présenté : au Djebel Ghorra des achaînes radiaux glabres, à Teniet-el-Had des achaînes plus ou moins hérissés, à Batna et dans la forêt de Bou-Mesran des achaînes tantôt glabres, tantot plus ou moins velus; je n'insisterai pas davantage sur les variations de la plante barbaresque à laquelle j'ai consacré un paragraphe spécial dans le *Catalogue raisonné des plantes de Tunisie* que le Ministère de l'Instruction publique fait imprimer actuellement, je mentionnerai seulement que, de l'avis de M. Ascherson qui a bien voulu comparer la plante de Tunisie et d'Algérie avec celle de l'herbier Willdenow, le *Doronicum* du Nord-Afrique ne saurait être identifié avec le *D. scorpioides* Willd.

Une variabilité pareille à celle que je viens de signaler serait-elle également l'apanage du *D. plantagineum?* Je n'oserais l'affirmer. Avant MM. Willkomm (*Prodr. Hisp.*, 198) et Rouy (*Bull. Soc. Bot. Fr.*, XL, 186), Godron était, je crois, le seul auteur qui eût décrit le *D. Plantagineum* L. avec des achaînes tous velus (*Fl. Fr.* II, 107) et pourvus d'une aigrette (*Fl. Lorr.* I, 390); or, sur une trentaine d'individus de cette espèce provenant de localités très variées, j'ai toujours trouvé les achaînes du rang extérieur glabres et chauves; mes observations concordent donc avec celles de la majorité des phytographes; Grenier notamment, dans ses notes manuscrites, avait bien avant moi corrigé ce qu'il considérait comme une erreur de son collaborateur.

Je résume les faits principaux qui se dégagent de cette longue dissertation:

Digitized by Google

1° Le Doronic, inconnu des naturalistes grecs et romains, fut introduit dans la thérapeutique par les médecins arabes du moyen âge.

2° Les botanistes des XVIe et XVIIe siècles en distinguèrent plusieurs espèces, mais quelques-uns d'entre eux crurent, à tort, reconnaître l'*Aconitum Pardalianches* des anciens dans l'une de ces espèces.

3° La racine du *Doronicum Pardalianches* constituait la sorte officinale par excellence, bien que, dans la pratique, on lui ait presque toujours mélangé des espèces voisines.

4° Sous le nom de *D. Pardalianches*, Linné a confondu deux espèces : le *D. austriacum* Jacq. et le *D. Pardalianches* des modernes.

5° Le *D. scorpioides* Willd. est une forme très voisine du *D. plantagineum* et très vraisemblablement d'origine culturale.

6° Enfin, la figure d'Hayne (*Arzneik. Gewachs.*, VI, tab. 22) est la seule qui représente aussi exactement que possible la plante de Willdenow.

M. Eugène MESNARD

Préparateur à la Sorbonne.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES SUR LE MODE DE DÉGAGEMENT DES ODEURS EN PRÉSENCE DES AGENTS EXTÉRIEURS

— Séance du 14 août 1894 —

On sait, depuis longtemps déjà, que l'oxygène de l'air est susceptible d'agir sur les essences, et que, sous l'influence de cet agent, les carbures d'hydrogène odorants se transforment rapidement en résines et en baumes ; on sait également que l'action de la lumière favorise ces transformations et c'est pourquoi on recommande de conserver les essences dans des flacons entièrement remplis, bien fermés, et de les maintenir à l'abri de la lumière.

Des observations nombreuses ont signalé, d'autre part, une sorte de périodicité dans le dégagement du parfum des fleurs. Chez certaines espèces appartenant à la famille des Orchidées, cette périodicité paraît très accentuée et elle se complique, au dire des auteurs, de modifications dans la nature de l'odeur dégagée ; chez les autres, les phénomènes sont moins sensibles, mais il est d'observation courante que les fleurs sont en général plus odorantes le matin et le soir, le matin principalement, que dans le courant de la journée.

Digitized by Google

Dans un chapitre d'un précédent travail sur le *Mode de localisation des huiles essentielles* (1), j'ai essayé de discuter les différentes phases du phénomène et j'ai admis que l'intensité de l'odeur, aux différentes heures de la journée, dépendait de l'action combinée de la lumière et de l'oxygène de l'air, tout en reconnaissant que la plante était susceptible, elle-même, d'introduire des variations profondes dans l'équation du problème.

Il était nécessaire de dégager la vérité d'une manière plus certaine en comparant expérimentalement l'intensité des odeurs dégagées par des essences et par des fleurs odorantes mises en contact avec différents agents.

Comparateur d'odeurs. — Les mesures ont été effectuées à l'aide d'un comparateur d'odeurs dont voici les organes essentiels : les fleurs, ou les objets odorants, sont introduits dans une boîte prismatique convenablement disposée et dont le couvercle porte un dispositif spécial qui prend exactement la forme du nez et permet d'odorer dans l'intérieur lorsque l'on ouvre une soupape. Dans une partie de la boîte se trouve un tambour que l'on manœuvre du dehors au moyen d'une manivelle. A l'extérieur, et sur le flanc de la boîte on a placé une petite logette renfermant une poulie sur laquelle est enroulé un fil à coudre (fil de lin n° 100). Ce fil est imprégné, à saturation, d'essence de térébenthine qui sert d'essence étalon. Convenablement ressuyé par son passage dans un tampon de coton, le fil pénètre dans la boîte, par un tout petit orifice, et va s'enrouler sur le tambour. On conçoit sans peine qu'en enroulant une longueur de fil plus ou moins grande sur le tambour on introduit dans la boîte une quantité d'essence qui est proportionnelle à la longueur de fil enroulée. On détermine quelle longueur de fil il faut enrouler pour que l'intensité de cette essence soit équivalente à celle du parfum à mesurer. Pratiquement, on se contente de représenter l'intensité par cette longueur de fil, mais il est facile de calculer les poids correspondants.

Les expériences sont installées par séries et l'on évalue à des époques déterminées l'intensité du parfum dégagé par les objets. A l'aide des chiffres obtenus on construit des graphiques qui facilitent beaucoup la comparaison des différents résultats.

I. — Action de la lumière et de quelques agents sur les essences ou les extraits.

1° *Musc naturel.* — J'ai introduit, dans un certain nombre de flacons, un morceau de papier à filtrer sur lequel j'ai déposé une même quantité (16^{mms}) d'une dissolution alcoolique de musc à 8 grammes par litre.

(1) Eugène Mesnard, *Recherches sur la formation des huiles grasses et des huiles essentielles dans les végétaux* (*Ann. Sc. nat. bot.*, 1894.)

Digitized by Google

La moitié des flacons a été maintenue à l'obscurité derrière un écran noir; l'autre moitié a été exposée à la lumière du jour. Dans chacun de ces deux lots de flacons, il y en avait une série qui renfermait de l'oxygène, une autre de l'azote, une troisième de l'air pur. Tous les quinze jours une série était examinée.

MUSC NATUREL	AIR PUR		OXYGÈNE		AZOTE	
	lumière	obscurité	lumière	obscurité	lumière	obscurité
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
17 mai (intensité initiale)	28	28	28	28	28	28
1er juin	15	19	21,2	21	17,5	27
16 juin	8,5	12,5	8,5	9,5	8,5	12,5
1er juillet	7,2	12,5	8,5	9,6	5	12,5
16 juillet	6,8	10,5	8,2	9	6,5	16
1er août	3	4,5	4	4,5	10	14
8 août	0	0,5	0,205	1	0	1

La température avait subitement monté vers le 1er août par suite d'un changement de laboratoire.

Les chiffres obtenus dans le cas de l'air pur permettent de tracer deux graphiques de même allure, mais il est facile de voir que la destruction du parfum est plus rapide à la lumière qu'à l'obscurité. La propriété destructive de la lumière se fait sentir également bien dans l'azote.

Dans l'oxygène pur et à la lumière, l'intensité est généralement supérieure à celle dégagée par le même parfum, placé dans l'air; on en conclut que l'oxygène est un excitant du parfum. Mais l'oxygène est aussi un agent destructeur des parfums, car, en présence de l'azote, c'est-à-dire lorsqu'il n'y a pas d'oxygène et à l'obscurité, on obtient des intensités supérieures à tous les autres cas.

Action de la température. — L'influence de la lumière peut se faire sentir différemment. Dans les expériences précédentes, la température ambiante avait pu osciller entre 18 et 24 degrés; d'autres expériences m'ont prouvé qu'à la température de 35 à 37 degrés la différence d'intensité se produisait encore au profit des flacons placés à l'obscurité. Au contraire, pour une température maintenue constamment à 19 degrés, j'ai obtenu des courbes à peu près semblables.

Digitized by Google

2° *Essence de Citron.*

ESSENCE DE CITRON	AIR PUR		OXYGÈNE		AZOTE	
	lumière	obscurité	lumière	obscurité	lumière	obscurité
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
17 mai (intensité initiale)	85	85	85	85	85	85
1er juin	36	50	70	59	80	50
16 juin	18	5	20	4	12	6
1er juillet	10	6	18	14	12	10
16 juillet	8	3	13	11	14	12
1er août	0,5	0,25	14	11	20	14
8 août	0	0	10	8	12	5

La température avait remonté subitement vers la fin de l'expérience.

L'essence de Citron est éminemment altérable à la lumière. Dès le début, les essences exposées à la lumière ont dégagé une odeur térébenthineuse désagréable plus forte en valeur absolue que l'odeur des flacons placés à l'obscurité, ce qui montre bien que la lumière agit encore là avec une activité plus grande que l'oxygène. Néanmoins l'examen des expériences faites dans l'azote, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène, prouve que ce dernier agent exerce, lui aussi, une action destructive sur les particules odorantes de l'essence de Citron.

3° *Essence de Roses.*

ESSENCE DE ROSES	AIR PUR		OXYGÈNE		AZOTE	
	lumière	obscurité	lumière	obscurité	lumière	obscurité
	cm	cm	cm	cm	cm	cm
17 mai (intensité initiale)	205	205	205	205	205	205
1er juin	195	222	185	222	172	190
16 juin	30	38	36	39	16	40
1er juillet	18	22	22	21	16	28
16 juillet	12	18	18	19	9	20
1er août	6	10	12	26	4	12
8 août	1	6	1	12	0,5	9

Digitized by Google

L'essence de Roses est une essence en partie oxygénée. Comme on le voit ici, la lumière exerce son action destructive à peu près dans les mêmes conditions que sur le musc naturel et elle s'exerce au maximum lorsqu'il n'y a pas d'oxygène. Ce dernier agent semble produire, au contraire, un effet inverse qui contre-balance, mais d'une façon très évidente, l'action de la lumière.

II. — Action de la lumière et de quelques autres agents sur des fleurs odorantes coupées.

Ces premières données expérimentales peuvent trouver une application directe dans l'étude du parfum des fleurs; elles permettent d'estimer avec une très grande approximation la nature des modifications introduites par la plante elle-même et font connaître l'origine de la périodicité du dégagement d'odeurs.

Je signalerai seulement ici quelques exemples d'expériences faites sur des fleurs coupées, c'est-à-dire placées autant que possible dans les conditions des essences pures. Les expériences ont été faites le matin et le soir de chaque jour.

1° *Fleurs coupées de Muguet.*

FLEURS COUPÉES DE MUGUET		SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR
Lumière	tiges dans l'eau	9,5	12,5	9,8	11,2	7	8	9	7	5
	tiges sans eau	11	9,8	10,2	9	6	4	5,8	3,2	2
Obscurité	tiges dans l'eau	10,5	17	19	22,5	19	17	18	12,5	11
	tiges sans eau.	10	9	10	12,5	11	12,5	13	9,5	8

La journée qui correspond à l'intervalle compris entre la sixième et la septième colonne a été très sombre, d'où un relèvement dans la courbe d'intensité.

Plusieurs faits se dégagent de l'examen du tableau ci-dessus. On remarque que les fleurs de Muguet placées à l'obscurité ont beaucoup plus de parfum que celles placées à la lumière, toutes choses égales d'ailleurs. De même l'influence de la lumière est encore mise en évidence par la présence des valeurs *maxima* et *minima* de l'intensité correspondante aux observations du matin et à celles du soir, c'est-à-dire à des alternatives régulières de lumière et d'obscurité.

Digitized by Google

Action de l'eau. — La présence de l'eau est indispensable pour maintenir les tissus en état de turgescence, et, seules, les plantes maintenues dans les conditions d'humidité voulues obéissent bien à l'action de la lumière. Or, on sait que la lumière exerce une action retardatrice sur l'expansion ou le développement des tissus et c'est assurément à cette propriété toute physiologique des radiations lumineuses qu'il faut attribuer ces modifications d'intensité du parfum dues, très probablement, à un entraînement périodique, vers la périphérie, des matériaux odorants non encore transformés et renfermés dans la profondeur des tissus.

Au surplus, d'autres séries d'expériences, que je ne décrirai pas et dans lesquelles j'ai placé les essences en présence de l'eau, ont montré que ce liquide favorisait au contraire la destruction des essences. Il est donc bien évident que, dans le cas actuel, les choses se passent comme je viens de le dire.

Action de l'oxygène. — L'action de l'oxygène est également très importante, comme le montre le tableau suivant :

FLEURS COUPÉES DE MUGUET		MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR
Air pur	lumière.	12	17	12	11	10	9	3,2	2
	obscurité	12	19	16	10	9	5	2,7	2
Oxygène	lumière.	12,5	12	8	10	9,5	9	10	8
	obscurité	12	17,8	9	5	5	4	2	1
Azote	lumière.	12	20	14,2	9	4	2	1,5	1
	obscurité	12	24	16	10	3	1,5	1	

Les fleurs étaient déjà très épanouies; la première journée a été très sombre, ce qui explique l'allure particulière des graphiques.

Dans cette seconde série d'expériences la présence de l'oxygène pur n'a pas été favorable au dégagement de l'odeur. Au contraire, la présence de l'azote, c'est-à-dire l'absence d'oxygène, a été davantage propice à la production de ce phénomène.

Les deux séries d'expériences sur les fleurs de Muguet, que je viens de relater, ne sont pas comparables, car l'une a été faite à l'air libre, l'autre a été faite sous verre.

Digitized by Google

2° *Fleurs coupées d'œillet blanc.* — Dans le cas du Muguet, dont les fleurs croissent sur les lieux ombragés et humides, la lumière avait une action rapidement destructive ; le contraire semble se produire avec les Œillets blancs, fleurs des lieux secs et ensoleillés.

ŒILLETS BLANCS		MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN
Lumière	tiges dans l'eau	18	24	17	25	18	21	12	13,9	5
	tiges sans eau	18	18,2	15	23	14	16	13,8	7,8	5
Obscurité	tiges dans l'eau	18	14	12	12	11	10	8	6 »	0
	tiges sans eau	18	17,9	17	14	13,5	11,2	10	0 »	

Au bout de très peu de temps, les œillets mis en présence d'un excès d'eau, s'altèrent et dégagent l'odeur de chou pourri.

Il n'est pas douteux, ici, que la lumière ne soit favorable au dégagement d'odeur, car, non seulement les intensités du parfum sont de beaucoup supérieures dans les expériences faites à la lumière, mais, même dans ce cas particulier, l'observation des *maxima* et des *minima* dus aux alternatives du jour et de la nuit, fournit des résultats qui sont absolument concordants. Le phénomène s'est montré sensible pendant plusieurs jours, parce que le ciel était couvert et qu'il n'y avait pas destruction rapide des essences.

Action de l'oxygène. — Lorsque l'action de l'oxygène se joint à celle de la lumière, on obtient une plus grande intensité.

Dans le cas des roses coupées, la lumière agit comme faiblement retardatrice, tandis que l'oxygène augmente, au contraire, l'intensité du parfum.

Influence de la température. — Des fleurs coupées d'œillet blanc ont été exposées à différentes températures ; il résulte de ces expériences que l'intensité du parfum se maintient plus élevée à une température de 18 à 20 degrés qu'à toute autre température, 28 à 30 degrés d'une part, 6 à 8 degrés d'autre part, qui avaient été choisies.

Interposition d'une plaque de verre. — Le verre possède, comme on le sait, la propriété d'arrêter une partie des rayons violets et ultra-violets, c'est-à-dire des rayons ayant des propriétés chimiques actives Dans les

Digitized by Google

expériences que j'ai faites à ce sujet, j'ai toujours remarqué que derrière une plaque de verre l'odeur se dégageait avec une intensité plus faible et que le phénomène avait une tendance à se régulariser, comme on le voit dans le tableau suivant :

FLEURS COUPÉES DE MUGUET	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN	SOIR	MATIN
Air libre.	11	10,5	14	11	12,5	6
Sous verre.	11,75	10	12	11	12	6
Sous verre l'odeur était moins capiteuse et moins fine.						

Conclusions. — On voit donc, d'après ce qui précède, que la lumière n'est pas seulement susceptible de favoriser, comme on l'a dit, l'action de l'oxygène sur les essences, mais qu'elle peut exercer, au contraire, une action prépondérante dans tous les cas. Ces deux agents, lumière et oxygène, paraissent agir d'une manière indépendante l'un de l'autre et avec une énergie différente. L'action de l'oxygène serait lente, régulière, excitatrice et destructive tout à la fois, puisque le dégagement d'odeur paraît être dû à une destruction par oxydation, c'est-à-dire à une résinification graduelle des particules odorantes.

Grâce à ses propriétés chimiques spéciales, la lumière exercerait une action plus particulièrement rapide et destructive. Peut-être faut-il voir là une manifestation de la propriété destructive qu'exerce en général la lumière sur toutes les substances d'origine organique; mais il est néanmoins curieux de remonter aux sources et de voir que les produits odorants qui résultent, au moins pour les parfums d'origine végétale, ainsi que je l'ai montré dans le travail précédemment cité, d'une transformation rapide de la chlorophylle usée et incapable désormais de servir, conservent encore, vis-à-vis des radiations lumineuses, une partie de l'exquise sensibilité que possédait le pigment chlorophyllien à l'origine.

Digitized by Google

M. Henri GADEAU DE KERVILLE

à Rouen.

SUR L'EXISTENCE DE TROIS CÆCUMS CHEZ DES OISEAUX MONSTRUEUX

— Séance du 10 août 1894 —

On sait que, chez la plupart des oiseaux, le tube intestinal possède deux cæcums, tandis que, chez les autres, cet organe est unique ou, même, n'existe pas. Les dimensions des cæcums présentent de fort nombreuses variations, et, d'une façon très générale, sont en rapport avec le régime de l'oiseau : peu développés, rudimentaires ou nuls chez les espèces se nourrissant particulièrement de chair, et plus ou moins longs et gros chez celles qui sont principalement végétariennes. Toutefois, il y a des cas où les dimensions des cæcums ne sont pas en relation avec le régime de l'oiseau, et sont expliquées par d'autres causes dont le lecteur trouvera l'indication dans une remarquable étude du docteur Louis Bureau, sur l'anatomie comparée et le rôle physiologique du cæcum (1).

Outre les deux cæcums normaux, on a observé chez des espèces appartenant aux genres suivants : Coucou, Poule d'eau, Râle, Courlis, Barge, Bécasse, Oie, Canard, Cygne, Cormoran, Cigogne, Grue, Héron, Ibis, Flamant, etc., espèces où son existence est presque constante ou seulement fréquente, un troisième appendice, inséré à une distance variable, mais toujours très faible, en amont du point d'insertion des cæcums normaux, qui, on ne l'ignore pas, débouchent, chacun par un orifice distinct, dans la zone d'union de l'intestin grêle et du gros intestin. Cet appendice avait été regardé comme un cæcum surnuméraire : l'examen histologique a montré qu'il s'agissait là, non point d'un troisième cæcum, mais d'un reste de la vie embryonnaire, du vestige du pédoncule de la vésicule ombilicale, qui, chez les oiseaux appartenant aux genres indiqués précédemment, est d'une longueur variable, mais toujours très inférieure à celle des cæcums normaux.

Si, normalement, le tube intestinal des oiseaux ne présente pas plus de deux cæcums, par contre il y a des cas tératologiques où il en existe un

(1) Dr Louis Bureau, *Essai sur la signification du cæcum*, Paris, A. Parent, 1877.

Digitized by Google

troisième, fait signalé, entre autres, par Émile Vidal (1), par Armand Goubaux (2) et par moi-même (3).

Les cas publiés par Émile Vidal et par Armand Goubaux, celui que j'ai fait connaître et ceux figurés dans cette note concernent des oiseaux domestiques adultes, atteints de pygomélie, monstruosité double parasitaire qui n'est relativement pas rare chez les oiseaux, tout particulièrement chez la Poule et le Coq, le Canard, l'Oie et le Pigeon domestiques ordinaires. Il convient d'ajouter que la coexistence de la pygomélie et de la triplicité du cæcum n'est nullement constante.

Chez la Poule commune examinée par Émile Vidal, les trois cæcums débouchaient au même niveau, chacun d'eux par un orifice distinct, dans la zone d'union de l'intestin grêle et du gros intestin ; le cæcum surnuméraire était de même longueur, mais un peu plus volumineux que les deux autres.

Chez la Poule commune étudiée par Armand Goubaux, il y avait trois cæcums, disposés, dit-il *(loc. cit.)*, de la manière suivante : « celui du côté droit est comme à l'ordinaire ; les deux autres, situés du côté gauche, se réunissent, à partir de leur origine, dans une étendue de $0^m,070$, et ils deviennent ensuite distincts l'un de l'autre. Ils n'ont pas tous les deux la même longueur ni la même capacité. Le cæcum du côté droit a une longueur égale à $0^m,185$. Le cæcum gauche, le plus développé des deux de ce côté, a une longueur égale à $0^m,180$ et sa capacité est plus grande que celle du troisième cæcum, qui est placé entre lui et l'intestin : ce dernier cæcum n'a que $0^m,170$ depuis son origine jusqu'à son extrémité libre ».

Chez le Canard commun en question *(loc. cit.)*, ainsi que dans les deux figures ci-jointes, dont l'une *(fig. 1)* concerne un Canard commun, et l'autre *(fig. 2)* une Poule commune, les trois cæcums sont insérés au même niveau, en leur place normale, et débouchent dans l'intestin chacun par un orifice distinct.

Chez ces deux Canards pygomèles, il n'y avait pas de connexion osseuse entre le squelette du sujet autosite et la patte surnuméraire ; mais, chez cette Poule pygomèle, les deux pattes accessoires sont fusionnées dans leur partie basilaire, dont l'extrémité est soudée au squelette du sujet autosite.

L'examen histologique des trois cæcums de la figure 1 m'a montré que

(1) *Monstruosité double parasitaire, genre Pygomèle, famille des Polyméliens*, in *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, Paris, 3e sér., t. III, ann. 1861, p. 11.

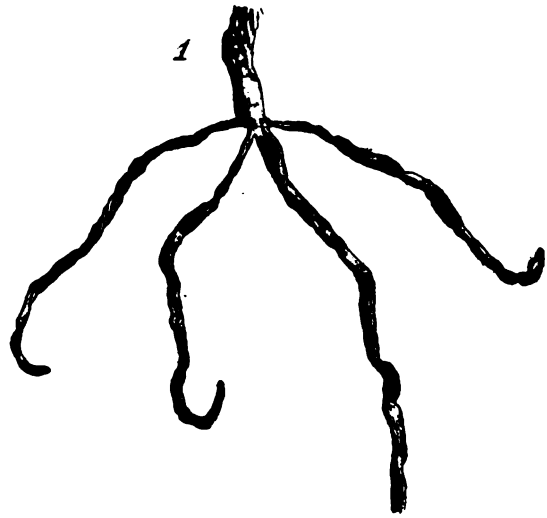
(2) *Monstre double parasitaire de la famille des Polyméliens et du genre Pygomèle (description d'une Poule monstrueuse)*, in mêmes *Comptes rendus*, p. 94.

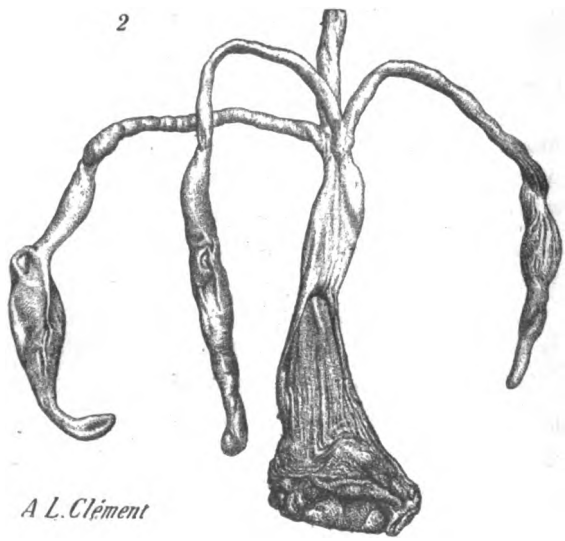
(3) *Note sur un Canard monstrueux appartenant au genre Pygomèle*, avec une planche en noir, in *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie normales et pathologiques de l'Homme et des Animaux*, nos 5 (septembre-octobre) de 1884, p. 462 et pl. XXXI. — Tir. à part, Paris, Félix Alcan, 1884 (pagination spéciale pour le texte seulement).

Digitized by Google

leur structure est identique, et il y a tout lieu de croire qu'il en est ainsi dans les cas semblables.

D'après ce qui précède, il est impossible de voir, dans ce cæcum surnu-





méraire, le vestige du pédoncule de la vésicule ombilicale, ni de supposer, dans le cas de l'existence d'orifices distincts, qu'il est le résultat de la bifurcation de l'un des deux bourgeons qui, pendant le développement embryonnaire, produisent les deux cæcums normaux, et, de plus, il serait fort

Digitized by Google

difficile de croire que ce troisième cæcum appartient au sujet parasite, tandis que les deux autres sont les cæcums du sujet autosite.

Je pense que, probablement, il s'agit là d'un de ces cas fréquents d'anomalies par augmentation du nombre des parties, coexistant avec une monstruosité importante. Mais l'on peut supposer aussi que ce troisième cæcum est un caractère ancestral produit par atavisme; en d'autres termes, que les lointains ancêtres des oiseaux actuels avaient trois cæcums, et même davantage, et que leur nombre s'est réduit, chez les oiseaux de l'époque actuelle, à deux, à un seul et même à zéro. Cette dernière hypothèse trouve un léger appui dans ce fait que, d'une manière générale, le cæcum est un organe en voie de disparition.

EXPLICATION DES FIGURES

Figure 1.

CÆCUM TRIPLE D'UN CANARD COMMUN DOMESTIQUE, ADULTE ET PYGOMÈLE.

Ce Canard présentait, outre la patte surnuméraire, une tumeur volumineuse, qui s'était développée à la partie basilaire de cette patte.

Comme on le voit, la figure 1 a été faite avant la section, pour l'examen histologique, des trois cæcums, que je conserve dans mes collections. Elle représente le tube intestinal renversé, afin de donner aux cæcums la même direction que dans la figure suivante.

Figure 2.

CÆCUM TRIPLE D'UNE POULE COMMUNE DOMESTIQUE, ADULTE ET PYGOMÈLE.

J'ai donné au Muséum d'Histoire naturelle du Havre cette pièce tératologique, ainsi que le squelette, monté, de la Poule dont elle provient.

Ces deux figures ont été fidèlement exécutées d'après mes photographies de ces pièces tératologiques conservées dans l'alcool. Je n'indique pas leurs dimensions, ne pouvant faire connaître exactement celles des sujets où existait cette anomalie.

Observation. — Je profite de cette note tératologique pour rectifier, comme j'ai, chaque fois, grand soin de le faire, une erreur contenue dans l'un (1) de mes travaux de tératologie, erreur que l'examen des deux figures *(fig. 1 et 2* de la *pl. XVIII)* montre immédiatement :

(1) *Description d'un Poisson et d'un Oiseau monstrueux (Aiguillat dérodyme et Goéland mélomèle)*, avec une planche en noir, in *Journal* cité précédemment, n° 5 (septembre-octobre) de 1892, p. 563 et pl. XVIII. — Tir. à part, Paris, Félix Alcan, 1892 (même pagination).

Digitized by Google

Dans la description de l'Aiguillat vulgaire dérodyme en question, j'ai dit (p. 564) : « Outre les deux cous et les deux têtes, parfaitement conformés, de ce jeune Squale, on ne remarque pas, à l'extérieur, d'autres parties surnuméraires; mais il est évident qu'un examen anatomique montrerait des vestiges plus ou moins développés de duplicité interne dans la partie de ce monstre située en arrière de la base des cous ». Au lieu de « on ne remarque pas », il faut « on remarque », et au lieu de « mais il est évident », il faut « et il est évident ».

M. A. CARAVEN-CACHIN

Lauréat de l'Institut, à Salvagnac (Tarn).

CATALOGUE DES POISSONS DES EAUX DOUCES DU DÉPARTEMENT DU TARN

— Séance du 11 août 1894 —

Dès l'origine du XIXe siècle, la zoologie apparaît sous un jour entièrement nouveau. Des recherches sur l'organisation de la plupart des grands types du Règne animal sont entreprises; poursuivies avec ardeur, elles donnent à la science de magnifiques résultats. Cuvier a une part bien large dans ce mouvement scientifique, mais ce sont surtout les travaux de Geoffroy Saint-Hilaire, Duméril, Biot, Humboldt, Agassiz, Vogt, Richard, Owen, etc., etc., qui ont contribué d'une manière bien sensible aux progrès de l'ICHTHYOLOGIE.

Nous allons suivre l'exemple donné par MM. Vallot, Fournel, Holandre, Mauduy, Laporte, Aujubault, Godron, Thomas (1), etc., qui ont dressé l'inventaire des animaux de leur contrée, en donnant ici le *Catalogue des Poissons des eaux douces du Tarn.*

(1) M. P. THOMAS avait signalé, en 1881, treize espèces de poissons dans la rivière du Tarn et dans la partie comprise entre Albi et Saint-Sulpice.

Digitized by Google

I. POISSONS OSSEUX

ORDRE DES ACANTHOPTÉRYGIENS

1° Famille des Cottides (Cottidæ).

Genre Chabot (Cottus).

Le Chabot de rivière *(Cottus gobio)*. Vulgairement appelé : Meunier, Chavanne, Caboche, Tête d'Aze, Testard, Testu. Noms patois : *Ase*, *Cabot*, *Caboulat*, *Cabaou*. Commun dans toutes les rivières du Tarn.

2° Famille des Blenniides (Blenniidæ).

Genre Blennie (Blennius).

La Blennie Cagnette *(Blennius sujefianus)*. Vulg. Babeuse, Cagnota. Nom patois : *Loup*. Assez rare dans le Tarn.

ORDRE DES MALACOPTÉRYGIENS

1° Famille des gadides (Gadidæ).

Genre Lote (Lota).

La Lote commune *(Lota vulgaris)*. Vulg. Barbotte. Nom patois : *Enguialou*. Commune dans le Tarn, mais principalement dans les cours d'eau qui traversent la montagne.

2° Famille des Cyprinides (Cyprinidæ).

Genre Loche (Cobitis).

La Loche franche *(Cobitis barbatula)*. Vulg. Moutelle. Nom patois : *La Moustachudo*. Assez commune.

La Loche de rivière *(Cobitis tænia)*. Vulg. Moutelle. Nom patois : *Garlesco*. Dans le Tarn, l'Agout, l'Aveyron, etc.

Genre Goujon (Gobio).

Le Goujon de rivière *(Gobio fluviatilis)*. Vulg. Goujon. Noms patois : *Trégan*, *Trégou*, *Trigan*. Commun dans toutes les rivières du Tarn. Assez rare dans le Tarn depuis quelques années.

Genre Barbeau (Barbus).

Le Barbeau commun *(Barbus fluviatilis)*. Vulg. Barbillon, Barbet. Nom patois : *Barbéou*. Très commun dans toutes les rivières du Tarn. Poids de trois à quatre livres, plus rare douze livres.

Digitized by Google

Genre Tanche (Tinca).

La Tanche commune *(Tinca vulgaris)*. Vulg. Tanche. Nom patois : *Tenco*. Le Tarn possède des tanches de cinq cents grammes.

Genre Carpe (Cyprinus).

La Carpe commune *(Cyprinus carpio)*. Vulg. Carpe. Nom patois *Carpo*. Assez commune dans les rivières du Tarn. Poids cinq livres; rare douze livres. Les meilleures carpes sont celles de l'Aveyron.

Genre Cyprinopsis (Cyprinopsis).

Le Cyprinopsis doré *(Cyprinopsis auratus)*. Vulg. Poisson rouge, Dorade de la Chine. Noms patois : *Peïs rougé, Peïs daourat, Carpo rougo*. Dans les mares avec la Carpe commune. On le rencontre aussi quelquefois dans les rivières de notre département.

Genre Bouvière (Rhodeus).

La Bouvière commune *(Rhodeus amarus)*. Vulg. Péteuse. Nom patois : *Garlesco*. Assez commune.

Genre Brême (Abramis).

La Brême commune *(Abramis brama)*. Vulg. Brame. Nom patois : *Brama*. Assez commune.

Genre Ablette (Alburnus).

L'Ablette commune *(Alburnus lucidus)*. Vulg. Abbe, Blanchet. Noms patois : *Ablo, Nablo*. Dans le Tarn et les petits ruisseaux qui s'y jettent.

Genre Gardon (Leuciscus).

Le Gardon commun *(Leuciscus rutilus)*. Vulg. Gardon blanc, Rossette. Noms patois : *Blanchaille, Rousso*. Poisson blanc peu estimé dans nos contrées.

Genre Chevaine (Squalius).

La Chevaine commune *(Squalius cephalus)*. Vulg. Meunier, Chevanne. Noms patois : *Cabos, Cabot, Chabot, Cabouilhat, Caboulhat*. Commun dans les rivières.

La Vandoise commune *(Squalius leuciscus)*. Vulg. Vandoise, Dard. Noms patois : *Brillo, Brigno, Soffio, Goffio*. Poisson blanc peu estimé. Quelquefois la Vandoise atteint le poids de deux livres dans le Tarn.

Genre Vairon (Phoxinus).

Le Vairon commun *(Phoxinus lævis)* Vulg. Vairon. Noms patois : *Bergne, Bergnolo, Vergnole, Roussairole, Routsolo, Roustsol, Peïs de Riou*. Très commun.

Genre Chondrostome (Chondrostoma).

Le Chondrostome de Drême *(Chondrostoma Dremæi)*. Vulg. Drême, Mulet. Noms patois : *Siège, Siego, Sietgo, Sietge*. Commun. Atteint souvent le poids de deux livres.

Digitized by Google

3° FAMILLE DES SALMONIDES (Salmonidæ).

Genre Saumon (Salmo).

L'Ombre-Chevalier *(Salmo salvelinus)*. Vulg. Chevalier. Nom patois : *Salmon*, comme le Saumon. Pêché une seule fois à notre connaissance dans le Tarn, à Gaillac.

Genre Truite (Trutta).

La Truite commune *(Trutta Fario)*. Vulg. Truite : Noms patois : *Truito, Trujo, Troujo*. Commune dans la partie des cours d'eau qui traversent les montagnes. Elles pèsent quelquefois quatre à cinq livres. Une d'elles prise à Rabastens pesait quinze livres.

4° FAMILLE DES MURÉNIDÉS (Murenidæ).

Genre Anguille (Anguilla).

L'Anguille commune *(Anguilla vulgaris)*. Vulg. Anguille. Noms patois : *Enguilo, Enguialo, Enguialou, Endialo*. Commune. Les plus grosses pèsent trois à quatre livres.

II. POISSONS CARTILAGINEUX

ORDRE DES CYCLOSTOMES

FAMILLE DES PETROMYZONIDES (Petromyzonidæ).

Genre Lamproie (Petromyzon).

La Lamproie de Planer *(Petromyzon Planeri)*. Vulg. Lamproie. Nom patois : *Lamprèso*. Assez rare dans les rivières du Tarn.

Telles sont les vingt-deux espèces de poissons dont nous avons constaté la présence dans les eaux douces de notre département.

M. A. VILLOT

à Grenoble (Isère).

LE POLYMORPHISME DES GORDIENS

— Séance du 13 août 1894 —

Les Gordiens sont des vers progénétiques. Le complet développement de leurs organes génitaux précède de beaucoup celui de leurs téguments; et ils deviennent adultes, c'est-à-dire aptes à se reproduire, bien avant

Digitized by Google

d'avoir atteint le terme de leur évolution morphologique. Aussi existe-t-il pour ces Helminthes un développement post-larvaire et, entre les individus adultes de chaque espèce, un véritable polymorphisme, qui correspond aux diverses phases du développement de leurs téguments (1).

La chitinisation des deux cuticules détermine, chez les Gordiens adultes, des changements de coloration, de consistance, de forme et de structure. Les téguments passent successivement du blanc pur au blanc jaunâtre, au fauve, au brun et même au noir plus ou moins intense. La dureté et la résistance aux agents chimiques augmentent aussi au fur et à mesure des progrès de la chitinisation. Chez les espèces à cuticule lisse, la cuticule externe se boursoufle, et il se produit entre elle et la cuticule interne des vides qui peuvent donner lieu à diverses illusions d'optique et qui ont quelquefois été pris à tort pour de véritables aréoles. Chez les espèces à cuticule aréolée, les dimensions des aréoles s'accroissent avec le degré de chitinisation de la cuticule externe. Les aréoles sont d'abord parfaitement arrondies; mais, à mesure qu'elles se développent, elles tendent à prendre une forme polyédrique, en raison de leur compression réciproque. La forme elliptique n'est qu'une altération de la forme arrondie. On ne l'observe que chez les cuticules faiblement chitinisées; et elle provient simplement d'un *étirement* de la cuticule. La largeur des espaces clairs, interaréolaires, est toujours en raison inverse de celle des aréoles; et elles dépendent, l'une comme l'autre, de l'état de développement de la cuticule. La cuticule interne, ordinairement désignée sous le nom de cuticule fibreuse, se modifie aussi sous l'influence de la chitinisation. Les fibres élastiques qui la constituent se resserrent et déterminent le plissement de l'ensemble des téguments. Les plis se présentent sous la forme d'ondulations ou de rides, qui se coupent obliquement comme les fibres elles-mêmes qui les occasionnent.

La chitinisation de la cuticule s'effectue de dedans en dehors, et commence par les couches les plus profondes de la cuticule interne. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner au microscope une coupe des téguments, prise sur un individu déjà vieux. La cuticule externe et la cuticule interne se différencient bien nettement par leur coloration. La cuticule externe a conservé sa couleur blanche, hyaline, tandis que la cuticule interne a pris une teinte brune. On remarque, en outre, que les couches de la cuticule interne les plus voisines de l'hypoderme se distinguent entre toutes par leur nuance plus foncée, presque noire. La chitinisation s'effectue aussi en surface d'une manière très régulière. Elle procède d'avant en arrière suivant deux lignes médianes, l'une dorsale,

(1) Voir, pour l'historique du sujet, deux Notes insérées dans le *Zoologischer Anzeiger* nos 261 et 271, 26 septembre 1887 et 8 février 1888.

Digitized by Google

l'autre ventrale. Le début de la chitinisation est marqué par la formation d'une sorte de collier ou anneau céphalique, qui se montre de bonne heure et prend bien vite une teinte noirâtre, très caractéristique. De ce collier partent ensuite deux bandes longitudinales, l'une dorsale, l'autre ventrale, d'une teinte plus ou moins foncée, mais toujours plus claire que celle du collier. Ces deux bandes colorées s'avancent peu à peu vers l'extrémité postérieure, s'élargissent progressivement et finissent par se rencontrer sur les côtés du corps. Les dernières parties qui se chitinisent et se colorent sont, en avant, celles qui avoisinent le collier et, en arrière, la face ventrale des deux lobes de l'extrémité caudale des mâles. Il est, d'ailleurs, des parties de la cuticule qui ne se chitinisent et ne se colorent jamais. Les individus des deux sexes, chez la plupart des espèces, ont leur extrémité antérieure terminée par une calotte diaphane, qui résulte simplement d'un défaut de chitinisation de cette portion des téguments. Il existe chez les femelles, à ce point de vue, une sorte d'arrêt de développement; leur coloration générale reste toujours plus claire que celle des mâles.

La forme des diverses parties du corps se modifie aussi sous l'influence de la chitinisation des téguments. Celle-ci, ne s'effectuant pas en même temps sur toute la surface du corps, produit, sur la zone limite des parties déjà chitinisées, des dépressions dues à la différence de consistance. L'extrémité antérieure paraît ainsi plus ou moins effilée, plus ou moins renflée. L'extrémité postérieure des femelles peut être aussi plus ou moins effilée, plus ou moins renflée, plus ou moins profondément divisée par un sillon médian. Les deux lobes de l'extrémité postérieure des mâles sont plus courts chez les jeunes que chez les vieux. En somme, on ne peut considérer comme entièrement développés et définitivement fixés dans leurs formes que les individus adultes dont les téguments sont complètement chitinisés.

Ce développement post-larvaire et le polymorphisme qui en résulte chez les individus adultes sont évidemment de la plus grande importance pour la détermination des espèces. Il est essentiel de ne pas prendre pour des caractères spécifiques de simples différences d'âges. Il ne suffit donc pas, pour s'assurer de la valeur réelle d'un caractère, d'avoir constaté que ce caractère appartient à un individu bien adulte, c'est-à-direa pte à se reproduire ou déjà accouplé, il faut encore avoir reconnu que cet adulte est arrivé au terme de son développement morphologique et qu'il est pourvu de téguments complètement chitinisés. Il faut avoir soin :

1° De n'opposer les uns aux autres que des individus de même sexe et de même âge, c'est-à-dire ayant leurs téguments au même degré de chitinisation;

2° De subordonner entre elles les diverses phases de la chitinisation

Digitized by Google

des téguments des individus appartenant à la même espèce. Il est d'ailleurs facile de reconnaître le degré de chitinisation des téguments à leur teinte plus ou moins foncée.

Le *Gordius aquaticus*, dont nous avons le premier précisé les caractères spécifiques, fournit un excellent exemple de ce polymorphisme post-larvaire et des erreurs de détermination qu'il peut occasionner. L'extrémité antérieure du *Gordius aquaticus* est caractérisée par sa forme arrondie; mais il est nécessaire de tenir compte à cet égard de l'âge et du sexe des individus. La courbure de la calotte céphalique n'est pas la même chez les mâles et les femelles, chez les jeunes et les vieux individus. L'extré-

Fig. 1.

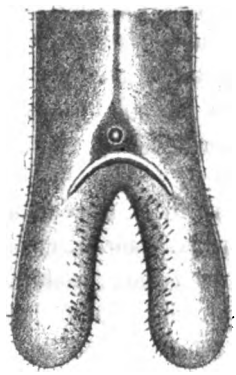


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Toutes les figures ont été dessinées à l'aide de la chambre claire et avec le même grossissement : $\frac{90}{1}$.

Fig. 1. — *Gordius aquaticus*, ♂. Vieil adulte. Extrémité antérieure.
Fig. 2. — *Gordius aquaticus*, ♂. Vieil adulte. Extrémité postérieure.
Fig. 3. — *Gordius aquaticus*, ♀. Adulte et vieille. Extrémité postérieure, vue de profil.
Fig. 4. — *Gordius aquaticus*, ♀. Adulte et vieille. Extrémité postérieure, vue de face.

mité antérieure est plus effilée chez les jeunes que chez les vieux individus, chez la femelle que chez le mâle. Elle peut aussi, chez le mâle, être séparée du reste du corps par une légère constriction. L'orifice d'invagination du rostre embryonnaire peut être plus ou moins distinct chez les jeunes individus; il disparaît complètement chez les plus vieux. Toutes ces modifications sont en rapport avec l'état plus ou moins avancé de la chitinisation des téguments. Les modifications que l'âge apporte dans la conformation de l'extrémité postérieure des femelles sont les suivantes : le sillon dorso-ventral, presque nul chez les très jeunes individus, devient de plus en plus marqué; mais il n'acquiert, même chez les plus vieux, qu'une très médiocre profondeur. Chez les très jeunes femelles, on remarque une légère constriction annulaire, située à peu de distance de

Digitized by Google

l'extrémité postérieure. Cette constriction est occasionnée par une différence de consistance des téguments, en rapport avec leur état de chitinisation plus ou moins avancé. La zone limite séparant la partie chitinisée de celle qui ne l'est pas encore, détermine la dépression. L'orifice ano-génital se chitinise de bonne heure et s'entoure en même temps d'un anneau brun foncé. Puis, circonscrivant cet anneau foncé, se trouve une zone blanche, correspondant à un arrêt de développement de la chitinisation.

Enfin, entre cette zone blanche et le bord de l'extrémité postérieure, existe une deuxième zone colorée, qui correspond à un état plus avancé de la chitinisation. Cette deuxième zone colorée n'est représentée chez les jeunes femelles que par une ligne très fine, à peine visible à la loupe; mais cette ligne s'épaissit peu à peu et finit par former, chez les vieilles femelles, un large anneau brun rougeâtre. Les lobes de l'extrémité postérieure du mâle sont beaucoup plus courts chez les jeunes que chez les vieux. La chitinisation commence par le repli cuticulaire en forme d'arc ou de croissant renversé, dont les deux extrémités se terminent au niveau de la bifurcation des lobes. Cet organe, qui remplace chez le *Gordius aquaticus* les brosses copulatrices que l'on observe chez la plupart des autres espèces, se distingue déjà, chez les plus jeunes individus, par sa coloration noirâtre.

La chitinisation gagne ensuite le bord interne des deux lobes, qui se montrent toujours plus colorés que le reste des téguments. Il en résulte, à un certain moment, une échancrure médiane du bord interne de chaque lobe; mais cette échancrure disparaît ensuite presque complètement. Elle est due à la même cause que la constriction annulaire qu'on observe à l'extrémité postérieure des très jeunes femelles. Les plus jeunes mâles n'ont point de papilles cuticulaires autour de leur orifice ano-génital; mais il s'en développe avec l'âge. Chez les plus vieux individus, la face interne des deux lobes est bien garnie de papilles. L'orifice ano-génital se distingue toujours par sa coloration blanche; mais cette zone blanche est entourée chez les vieux individus par un anneau brun, qui se confond en avant avec la bande ventrale. Toutes ces différences d'âge ont été considérées, par les premiers observateurs, comme de véritables caractères spécifiques. L'état jeune, caractérisé par l'incomplète chitinisation des téguments, a servi à établir deux espèces : on a donné le nom de *Gordius Rosæ* Camerano aux jeunes mâles, et celui de *Gordius emarginatus* Villot aux jeunes femelles. L'état vieux, caractérisé par la complète chitinisation des téguments, constitue la forme type, que j'ai fait connaître, en 1874, dans ma *Monographie des Dragonneaux*, p. 49. Le *Gordius impressus* Schneider, le *Gordius subareolatus* Villot, le *Gordius Villoti* Rosa et le *Gordius Perronciti* Camerano reposent sur l'observation de très vieux

Digitized by Google

mâles, dont les téguments se trouvaient *ridés* par l'excès de la chitinisation. Et ce ne sont pas les seuls synonymes que l'on puisse donner de cette espèce très polymorphe, qui est à la fois la plus commune et la plus répandue à la surface du globe.

M. Georges ROLLAND

Ingénieur en chef des Mines, à Paris.

PHÉNOMÈNE DES ANIMAUX REJETÉS VIVANTS PAR LES PUITS JAILLISSANTS DE L'OUED RIR' (BAS SAHARA ALGÉRIEN) (1)

— Séance du 14 août 1894 —

Lors de l'excursion qu'un groupe de l'*Association française* fit dans l'Oued Rir' en 1888, l'attention de nos collègues fut attirée, entre autres faits intéressants, par le phénomène, déjà plusieurs fois signalé et discuté, des animaux rejetés vivants par les puits jaillissants de l'Oued Rir'.

Certains de ces puits, en effet, — parmi ceux, en particulier, de la région centrale, dite d'Ourlana, — ont rejeté ou rejettent parfois de la profondeur, par leurs orifices, des poissons, crabes et mollusques vivants.

La chose, si bizarre, semble-t-elle au premier abord, n'est pas contestable, ainsi que je vais le démontrer. Le phénomène, d'ailleurs, bien qu'exceptionnel, n'est pas sans exemple sur d'autres points du globe.

Ces animaux rejetés de la profondeur ne diffèrent pas de ceux qui vivent dans les eaux de la surface du bas Sahara. Ils ne sont pas aveugles ni décolorés. Ils ne constituent nullement, comme on pourrait le croire, une faune spéciale, une *faune souterraine*, qui aurait été révélée par les puits artésiens.

J'établirai d'abord nettement les faits observés. Puis je chercherai à les expliquer rationnellement. Auparavant, je crois utile de donner quelques indications sur les animaux qui vivent dans les eaux de la surface.

(1) Georges ROLLAND, *Géologie du Sahara algérien et aperçu géologique sur le Sahara de l'Océan Atlantique à la mer Rouge* (Challamel, éditeur, 1890), pl. XXVIII et XXIX.

Digitized by Google

PRÉLIMINAIRES

Les eaux douces ou saumâtres qui s'écoulent ou séjournent à la surface du bas Sahara algérien (1), — et qui ont, en majeure partie, des provenances souterraines et artésiennes, — sont généralement habitées par des animaux vivants, parfois fort nombreux. On en trouve dans les bassins de réception des sources naturelles et des puits artésiens, dans les lacs, grands ou petits, formés par les *behour* et les *chria* (2), dans les canaux d'irrigation qui rayonnent au travers des oasis, dans les fossés d'évacuation qui s'écoulent vers les sebkha et les chotts, etc.

Ces animaux sont peu variés, tant comme familles que comme genres ou espèces, mais ils pullulent par place. Les plus abondants et les plus répandus sont les *mollusques*; on remarque ensuite des *poissons*; en plusieurs localités, les mêmes eaux nourrissent des *crustacés*. On peut y citer aussi des *batraciens*, des *reptiles*, des *sangsues*, des *insectes aquatiques*, etc. A noter enfin de nombreuses *diatomées*.

Mollusques. — Les mollusques vivants sont très communs dans toutes les eaux superficielles du bas Sahara (sauf dans les eaux trop salées des chotts). M. Jus et moi en avons recueilli de grandes quantités, tant à la lisière nord qu'à l'intérieur du bassin, dans le Zab, dans l'Oued Rir', à Ouargla, etc. (3).

Les plus abondants de beaucoup, et les plus uniformément répandus, sont les Mélanies (*Melania tuberculata*, Müller) et les Mélanopsides (*Melanopsis maroccana*, Morelet).

Poissons. — Les poissons vivants que M. Jus a recueillis dans le Zab occidental, à l'est de Doucen, sont au nombre de trois seulement, dont une espèce nouvelle :

Chromis Desfontainei, Lacépède.	18	sources	sur 34.
Hemichromis Rollandi, n. sp. Sauvage.	5	—	—
Cyprinodon calaritanus, Bonelli.	18	—	—

En outre, M. Jus a signalé récemment dans les sources et behour de Doucen (à l'extrémité ouest du Zab occidental) des barbeaux de la

(1) J'ai adopté la dénomination de *bas Sahara* pour la partie déprimée du Sahara qui s'étend dans le sud de la province de Constantine et de la régence de Tunis. Ce bas Sahara est un immense bassin d'eaux artésiennes.

(2) Les *chria* (nid) sont de petits réservoirs d'eaux artésiennes, ayant généralement la forme d'entonnoirs, et situés sur des buttes de terrain qui font saillie à la surface de la plaine et s'aperçoivent de loin (*Géologie du Sahara*, pl. XXIII, fig. 2). — Les *behour* (*bahr*, mer, pl. *behour*) sont aussi des réservoirs d'eaux artésiennes, mais plus importants, véritables lacs, qui occupent des gouffres à parois abruptes et sont profonds, pour la plupart du moins, par rapport à leurs dimensions horizontales.

(3) *Géologie du Sahara*, pl. I, III, IV, XIX, etc.

Digitized by Google

grosseur de ceux de nos rivières (*Barbus vulgaris*, Fleming), et, fait intéressant, des petits poissons, dits *ablettes d'Orient*, déterminés par M. L. Vaillant comme appartenant à une espèce de *Lensiscus*, voisine du *L. (Phonixellus) Zegeri*, Heckel.

Dans l'Oued Rir', j'ai recueilli cinq espèces de poissons, dont trois également représentées dans le Zab occidental et dont deux nouvelles :

Chromis Desfontainei, Lacépède	5	oasis	sur 39.
Chromis Zillii, Gervais	12	—	—
Hemichromis Saharæ, n. sp. Sauvage	9	—	—
Hemichromis Rollandi, n. sp. Sauvage	5	—	—
Cyprinodon calaritanus, Bonelli	38	—	—

Dans les eaux de Ouargla, je n'ai pas constaté la présence de poissons vivants. A ma connaissance, on n'en a pas encore signalé dans ces parages.

Crustacés. — On trouve fréquemment des crabes dans les eaux des sources du Zab occidental. M. Jus a constaté leur présence à 21 sources sur 34.

Au sud, dans l'Oued Rir', les crabes sont beaucoup moins répandus. M. Jus n'en signale que dans 3 oasis sur 39.

Plus au sud, à Ouargla, les crabes manquent.

Les divers individus que M. Jus et moi avons recueillis, tant dans le Zab que dans l'Oued Rir', et que j'ai soumis à M. Milne Edwards, appartiennent tous à la même espèce, la *Telphusa fluviatilis*, Rondelet. C'est un crabe terrestre, mais vivant au bord des eaux douces. Il est amphibie, et l'expérience suivante démontre même qu'il peut vivre assez longtemps sous l'eau.

Un crabe a été enfermé dans une cage en fil de fer, que l'on a fixée à $1^m,50$ sous l'eau ; il était libre de ses mouvements, et tous les quatre ou cinq jours, on lui introduisait de la nourriture par le grillage. Le trente-cinquième jour, il a été retiré de l'eau, et semblait aussi vigoureux qu'avant son immersion.

I. — Faits observés

Les premiers animaux qui soient sortis d'un puits jaillissant furent rejetés par le n° 1 de Tamerna Djedida, — qui est lui-même le premier puits français de l'Oued Rir', foré en 1856. — En 1858, c'est-à-dire deux ans après son achèvement, il projetait à la surface de petits poissons (des Cyprinodontes). Puis on y recueillit successivement, de 1868 à 1872, des poissons (des Chromis), des mollusques et enfin, en 1878, des crabes.

Digitized by Google

D'autre part, le premier crabe rejeté par un puits a été signalé au n° 3 de Mazer, en 1876. Quelques jours après l'achèvement et l'aménagement du puits, le directeur de l'atelier de sondage voyait très nettement un petit crabe vivant, de la grosseur du pouce, sortir du tube d'ascension.

Tout d'abord, cependant, le bien-fondé de ces observations fut contesté. On prétendit, — et l'on entend prétendre encore parfois, — que les animaux en question n'ont pas été réellement rejetés de la profondeur par les puits artésiens, mais qu'au contraire ils avaient pénétré auparavant de la surface dans les puits par la voie que les forages eux-mêmes avaient ouverte vers la profondeur : autrement dit, ils ne proviendraient pas de la base des puits, mais y seraient entrés par l'orifice. On ajoutait que les poissons et les crabes qui vivent dans les canaux et les fossés environnants pouvaient être conduits par leur instinct, ou accidentellement, auprès de l'orifice des puits, et qu'ensuite quelques-uns pouvaient (soit en cherchant un abri, soit pour toute autre cause) pénétrer entre les parois du forage et celles de la colonne d'ascension, glisser extérieurement le long de cette colonne, trouver accès dans l'intérieur (soit par l'intervalle entre deux jeux de tubes successifs, soit par la base même de la colonne), et finalement se trouver entraînés par la force ascensionnelle des eaux jaillissantes.

Mais de semblables interprétations, — même en admettant qu'elles soient soutenables, d'une manière plus ou moins plausible, pour tel ou tel puits, — ne sauraient s'appliquer à certains cas précis, par exemple à celui du puits n° 3 de Mazer. Il s'agissait là, en effet, d'un sondage entrepris à trois kilomètres des oasis voisines, au milieu d'un terrain nu et inculte, sans rigole ni fossé, sans source ni étang : l'orifice du tube ascensionnel se trouvait à un mètre au-dessus du sol naturel; le vide existant entre la paroi du forage et les tubes avait été bétonné. Dès lors, aucun doute n'était possible : le crabe rejeté à l'orifice ne pouvait provenir que de l'intérieur du tube et du fond du puits (profond de $80^{m},35$).

De nouvelles observations, encore plus concluantes, furent faites ensuite au même puits par M. Jus, en présence de M. le général Carteret. Coiffant l'orifice du tube et la gerbe jaillissante avec un large filet à mailles serrées, on réussit à opérer, en cinq ou six semaines, une pêche, pour ainsi dire miraculeuse, de crabes de petite et moyenne grosseur, de poissons (*Hemichromis Saharæ* et *Hemichromis Rollandi*) et de mollusques divers, tous bien vivants et même d'une vigueur exceptionnelle.

Un autre exemple, également péremptoire, a été fourni en 1879 par le sondage n° 2 de Sidi Amran (profondeur de $81^{m},09$). Son emplace-

Digitized by Google

ment était situé à une extrémité de l'oasis, et il n'offrait pas trace d'eau. Dès que la colonne de $0^m,12$ fut parvenue à $61^m,73$, sur le poudingue calcaire qui recouvre la nappe dans cette région, le jaillissement eut lieu avec force ; puis, tandis qu'on s'enfonçait dans les sables aquifères, l'eau charria au jour une grande quantité de ces sables, avec des cailloux et noyaux calcaires pesant jusqu'à 1.200 grammes : soit, en tout, non moins de 400 mètres cubes de matières solides. Or, M. Jus apercevait presque aussitôt des petits poissons, se débattant au milieu des sables qui venaient d'être rejetés et encombraient les abords du tube; il recueillit beaucoup de ces poissons (des Cyprinodontes et des Chromis), ainsi que des mollusques vivants.

Des faits analogues ont été, depuis lors, observés à plusieurs puits. Il ne faudrait pas croire cependant qu'ils soient courants, ni que les animaux ainsi rejetés pullulent. Généralement, le phénomène se produit soit au moment même ou à la suite du jaillissement, — en raison de l'appel particulièrement énergique auquel peut donner lieu le brusque dégagement de la nappe, — soit, au contraire, un temps assez long après l'achèvement du puits, — alors que l'entraînement graduel des sables aquifères a provoqué, à la base, la formation d'un réseau de canaux souterrains autour de la chambre d'alimentation.

Le plus souvent ce sont des poissons et des mollusques qui apparaissent ainsi à l'orifice du puits. Pour les crabes, le phénomène est plus rare, et il n'a été constaté, à ma connaissance, qu'aux six puits suivants : les n° 3 et 5 de Mazer, le n° 2 de Tala-em-Mouïdi, le n° 1 de Djama, le n° 1 de Sidi Amran et le n° 2 de Tamerna Djedida.

II. — Explication des faits observés

1° Une première explication, donnée par M. Jus, est basée sur l'alimentation souterraine de l'Oued Rir' par le Zab, et ensuite sur ce fait que des animaux identiques vivent à la surface, d'une part, dans les eaux des sources du Zab, et, d'autre part, dans celles des puits artésiens de l'Oued Rir'. De part et d'autre, en effet, on trouve (sans parler des mollusques dont les espèces habituelles sont répandues dans tout le bas Sahara) trois espèces communes de poissons et absolument le même crabe. M. Jus a surtout été frappé de l'identité des crabes du Zab occidental et de l'Oued Rir', alors que ce crustacé n'a été signalé nulle part ailleurs dans le bas Sahara algérien. Considérant que le crabe en question était connu dans le Zab occidental bien avant d'avoir été signalé dans l'Oued Rir', et que, dans l'Oued Rir', il aurait fait son apparition seulement lors du sondage n° 3 de Mazer, en 1876, M. Jus en conclut que les crabes de l'Oued Rir' viennent du Zab. Admettant une communication

Digitized by Google

souterraine entre le Zab occidental et l'Oued Rir', il suppose que les crabes de l'Oued Rir' y sont arrivés et y arrivent encore avec les eaux souterraines : ils avaient ensuite été apportés à la surface de cette région par les puits jaillissants qui les ont rejetés de la profondeur.

Pour ce qui est du mode d'alimentation susvisé de l'Oued Rir' par le Zab occidental et central, je ne le conteste nullement, autant toutefois qu'on ne le présente pas à titre exclusif. Je l'admets moi-même pour la provenance d'une fraction, notable sans doute, des eaux souterraines de l'Oued Rir', et je considère aussi comme probable l'existence de rivières souterraines, étagées et dirigées du nord-ouest-nord au sud-est-sud, entre le Zab occidental et les régions septentrionale et centrale de l'Oued Rir'. Mais là où je me sépare de M. Jus, c'est quand, prenant au pied de la lettre l'expression de *rivière souterraine*, il imagine qu'il existe sous ces régions un ou plusieurs cours d'eau véritables, qui couleraient en profondeur, comme dans un chenal creux, du Zab occidental vers l'Oued Rir', puis sous l'Oued Rir' lui-même. Ces cours d'eau, d'après lui, seraient habités par des êtres vivants, lesquels pourraient s'y mouvoir aussi librement que dans les lacs de la surface. D'où son explication de l'entraînement ou des pérégrinations des crabes et des poissons, dans les eaux souterraines, entre le Zab et l'Oued Rir'.

Assurément, on a, en maintes parties du globe, des exemples de rivières souterraines proprement dites, et les données nous manquent, à la vérité, pour nier formellement leur existence entre le Zab occidental et l'Oued Rir'. Leur formation pourrait s'expliquer ici non par le courant des eaux, dont la vitesse d'écoulement est tout à fait insuffisante, mais par la dissolution du gypse, qui entre parfois pour une forte proportion dans la composition des terrains traversés par elles. J'ai appelé l'attention sur ces phénomènes de dissolution au sein des atterrissements sahariens (1), et, sous la région considérée, en particulier, j'admets volontiers l'existence de nombreuses cavités souterraines ; mais je doute que leur série soit continue, et qu'il puisse y avoir rivière proprement dite.

Quant à l'Oued Rir', il résulte des observations faites sur les sondages que son artère souterraine d'eaux artésiennes n'est pas libre de sable, en général du moins. Il s'agit là, non d'une rivière, mais d'une zone de sables perméables et aquifères ; les eaux peuvent facilement circuler au sein de cette masse sableuse, mais comme au travers d'un filtre ; par suite, je ne vois pas comment, d'une manière normale, des animaux adultes, à moins d'être microscopiques, pourraient s'y mouvoir. Ce n'est pas à dire que certaines cavités ou poches d'eau ne puissent également exister çà et là dans l'artère souterraine, soit naturellement, soit aux

(1) *Géologie du Sahara*, 2e partie, chapitre I, § 2 et § 3, I.

Digitized by Google

alentours des forages jaillissants, à la base desquels l'appel des eaux donne lieu à des chambres accompagnées de réseaux convergents de petits canaux. Toutefois, ce ne saurait être là que des faits locaux et isolés les uns des autres.

En somme, il me semble tout à fait invraisemblable d'admettre une communication par voie souterraine entre les animaux qui vivent à la surface des Zibans et à la surface de l'Oued Rir', — du moment que ce ne sont pas des animaux microscopiques ou très petits.

On peut discuter aussi sur la possibilité du transport souterrain des œufs de crabes ou de poissons, etc. ; mais je n'entrerai pas dans une dissertation de ce genre. La présence simultanée des mêmes espèces animales dans des régions aussi voisines que celles dont il s'agit n'a rien, au demeurant, que de fort naturel. On doit arriver à s'en rendre compte en ne considérant que les phénomènes de migration à la surface du sol, sinon peut-être en se plaçant dans les conditions physiques de l'époque actuelle au Sahara, du moins en se reportant à l'époque plus humide qui a précédé la nôtre. Il n'y a rien là que de conforme à ce que l'on observe sans cesse dans la distribution des espèces.

2° Une seconde explication, encore moins plausible que la précédente, serait que les animaux vivants rejetés par certains puits jaillissants de l'Oued Rir' ont leur station normale en profondeur, dans la nappe souterraine elle-même, où ils vivraient, se reproduiraient et se développeraient.

Contre une semblable manière de voir, les objections, — dans le cas de l'Oued Rir' tout au moins, — se presseraient en foule. Je ne reviendrai pas sur celles que les lignes précédentes font déjà valoir suffisamment. J'ajouterai seulement les deux suivantes. Comment ces poissons, ces crabes trouveraient-ils de quoi se nourrir, se développer dans des eaux souterraines dont l'origine superficielle est, pour la majeure partie, si éloignée ; qui, dans leurs filtrations successives au travers de terrains sableux, ont déposé toute trace de matière organique en suspension ; qui ne renferment en dissolution que des sels minéraux, pour ainsi dire ; qui ne sont pas aérées ? Pourquoi ces animaux, s'ils passaient leur vie en profondeur et dans l'obscurité, ne seraient-ils pas aveugles, ni décolorés, comme ceux que l'on rencontre ailleurs dans certaines grottes souterraines (1) ?

On peut chercher à tout expliquer, et l'on réussirait peut-être à atténuer la force de ces objections, en recourant aux subtilités de certaines

(1) Puis, ajouterai-je, même en admettant qu'ils proviennent d'animaux ayant vécu à la lumière, ou qu'ils aient été transportés eux-mêmes, accidentellement ou pour une cause quelconque, d'un régime superficiel à un régime souterrain, comment leur nerf optique ne se serait-il pas atrophié à la longue ? comment ne pourrait-il être différencié chez eux et chez leurs congénères de la surface

Digitized by Google

théories d'ordre zoologique, en invoquant la nutrition possible par les infiniment petits, en discutant la durée de l'évolution de tel ou tel sens animal suivant les conditions de l'habitat, etc. Mais j'aurai garde de me lancer dans des considérations aussi délicates, que le défaut de toute autre explication plausible justifierait seul. En cette matière, comme en bien d'autres, l'explication la plus simple est souvent la meilleure, et celle qu'il me reste à exposer est tellement rationnelle qu'à mon sens elle doit suffire.

3° Ces animaux vivants, qui ont été rejetés par les puits jaillissants de l'Oued Rir', sont, je le répète, absolument les mêmes comme espèces, comme taille, comme organes, comme sens optique ou autres, que ceux qui peuplent, dans le même pays, dans les mêmes oasis, à proximité immédiate, les eaux superficielles de l'Oued Rir' et, en particulier, celles des *behour* et des *chria*. Or, que les *behour* et les *chria* communiquent ou puissent communiquer avec les puits artésiens par la profondeur, cela n'est pas douteux.

La même nappe souterraine, qui jaillit par les forages dès que la sonde a percé sa couverture, s'est elle-même frayé passage en maint endroit vers la surface : elle a donné lieu alors à des sources naturelles, qui alimentent par le fond les réservoirs des *behour* et des *chria*. Certains behour, il est vrai, et aussi quelques chria se sont formés à l'emplacement d'anciens puits indigènes (soit par suite d'éboulements des terrains ou d'effondrement du sol, soit par accumulation des sables autour de l'orifice) ; mais, pour ceux-là, leur communication avec la nappe souterraine n'en est que mieux établie.

Ainsi la nappe souterraine a des évents à la surface, non seulement par la voie directe des puits, mais encore par le réseau plus ou moins complexe des conduits, naturels ou non, qui aboutissent aux *behour* et aux *chria*.

A la base des forages, en outre, il se produit des excavations plus ou moins importantes par suite de l'appel énergique de la colonne ascensionnelle, de l'entraînement mécanique des matières lors du dégagement de la nappe, des éboulements de terrains peu résistants, etc... Ce sont les chambres d'alimentation, avec leur réseau corollaire de canaux affluents, lesquels peuvent s'étendre assez loin latéralement.

Enfin, il peut exister accidentellement des cavités naturelles au sein des couches aquifères.

On comprend donc, pour ces diverses raisons, qu'il y ait ou puisse y avoir communication des puits artésiens avec les *behour* et les *chria* par l'intermédiaire de canaux souterrains.

Dès lors, l'explication du phénomène des animaux rejetés par les gerbes jaillissantes de tel ou tel puits n'apparaît-elle immédiatement et avec évidence? Puisque ces mêmes animaux vivent normalement dans les behour et chria du voisinage et que ceux-ci communiquent avec les

Digitized by Google

puits, le plus naturel n'est-il pas d'admettre qu'ils en proviennent? C'est ce que MM. Letourneux et Playfair avaient parfaitement pressenti quand ils disaient, en parlant plus spécialement des poissons : « C'est là (dans les eaux superficielles) qu'ils vivent à l'état libre et se reproduisent dans des conditions normales. Leur vie souterraine n'est qu'un épisode et, pour ainsi dire, qu'un accident des voyages qu'ils entreprennent d'un bahr à l'autre; lorsqu'ils circulent au voisinage des puits, ils obéissent à la force ascensionnelle de l'eau ou à l'instinct qui les porte à remonter vers la surface, et se trouvent ainsi brusquement ramenés au jour. »

Une explication analogue doit s'appliquer sans aucun doute aux crabes et aux mollusques.

Pour ce qui est des crabes cependant, M. Jus fait une objection qui, au premier abord, semble embarrassante, savoir : que le crabe était un animal inconnu des indigènes de l'Oued Rir' avant son apparition au sondage n° 3 de Mazer, en 1876, et qu'aujourd'hui encore, sauf les rares points visés plus haut, il n'est connu nulle part dans la contrée. Mais, j'avoue qu'en l'espèce, un argument tiré de ce que quelques indigènes interrogés ont répondu connaître ou ne pas connaître, ne saurait, à mes yeux, avoir un grand poids au milieu de populations aussi ignorantes et dans un pays aussi peu exploré, jusqu'à ces derniers temps du moins. D'ailleurs, que l'on consulte l'ouvrage de Ville, publié en 1865 et rendant compte de l'exploration faite au Sahara par cet ingénieur en 1861 (1), on trouvera, page 359, à propos des *behour* El-Haouch et Ba-Moussa de Mazer, cette phrase : « Les deux *behour* nourrissent des mélanopsides et des *crabes*. »

Ainsi, bien avant que le premier crabe eût été rejeté par un sondage, en 1876, à l'oasis de Mazer, il y avait — Ville en fait foi — tout au moins quelques crabes dans les eaux des *behour* de cette oasis.

L'objection spéciale au crabe ne porte donc pas. Dès lors, et après l'avoir écartée, je ne vois aucune raison plausible à opposer à l'explication de MM. Letourneux et Playfair, corroborée par la série des arguments que je crois avoir apportés dans la discussion et que je viens de résumer.

Une dernière observation est que, la pression hydrostatique de la nappe artésienne de l'Oued Rir' étant maxima dans la région centrale, il est naturel que ce soit dans cette région, — où les *behour* et les *chria* sont, d'ailleurs, les plus nombreux (2), — que les exemples d'animaux rejetés vivants par les puits jaillissants se soient montrés le plus fréquemment.

(1) L. Ville, *Voyage d'exploration dans les bassins du Hodna et du Sahara*, 1865.
(2) *Géologie du Sahara*, pl. XXIV, fig. 1.

Digitized by Google

M. A. PESCHARD

Docteur en droit, à Caen.

LE MOA ET SON EXTERMINATION PAR L'HOMME

— Séance du 10 août 1894 —

On sait que la Nouvelle-Zélande n'a jamais produit de mammifères et que la classe de ces derniers a été, dans cette région isolée, remplacée par des oiseaux sans ailes nommés Dinornis, ou Moas en langue indigène, et formant une faune à part bien caractérisée.

M. Peschard, avec le concours de savants et d'amis résidant en Nouvelle-Zélande, a réuni chez lui des matériaux précieux concernant cette faune extraordinaire et a complété ces collections par de nombreux spécimens relatifs à l'ethnographie maorie: c'est donc pièce en main que la question du moa et son extinction peut être élucidée. Les photographies de tous ces objets, tirées par M. Peschard lui-même, forment un grand album de soixante-dix cartons, dont l'auteur offre généreusement des exemplaires aux musées.

Le Moa ou Dinornis fait son apparition en Nouvelle-Zélande pendant la période glaciaire; toutes les espèces sont alors contemporaines, les plus grandes se rencontrant confondues avec les plus petites. Cette faune se maintint ainsi isolée durant un grand nombre de siècles n'ayant à lutter contre aucun mammifère, aucun ennemi appartenant à une faune étrangère. Cependant, les grandes espèces disparurent dès avant l'arrivée de l'homme et des mammifères, ce qui ferait supposer des changements dans le milieu où vivaient primitivement les moas.

En outre, à des dates même récentes, des cataclysmes, des inondations contribuèrent à la décroissance de toutes les espèces ; c'est ainsi que l'on peut observer à Glenmark les effets d'accidents imprévus ou d'inondations ayant eu pour résultat l'agglomération d'ossements et de squelettes entiers réunis sur certains points.

L'état de conservation de nombreux squelettes, surtout dans la province

Digitized by Google

d'Otago, fait déjà admettre, même sans aucune preuve tirée du témoignage de l'homme, que l'extinction du moa n'est pas très ancienne.

L'arrivée de l'homme et des autres mammifères modifia profondément les conditions d'existence du moa. — A quelle race appartenaient les premiers chasseurs de moa? D'après Haast, une population autochtone, quaternaire et distincte des Maoris aurait exterminé le moa; les Maoris n'auraient jamais eu connaissance du moa. — M. de Quatrefages, de son côté, pour expliquer la présence du sang mélanésien chez les Maoris, admet que les Mélanésiens ont précédé les Maoris en Nouvelle-Zélande. Il semblerait alors résulter de la théorie du savant professeur français que le moa aurait été chassé par les Mélanésiens avant d'être exterminé par les Maoris. Cependant, il faut remarquer que les fours dans lesquels on retrouve une grande quantité d'ossements et de débris de cuisine ont un caractère polynésien, et que, jusqu'à ce jour du moins, on n'a pas rencontré de traces absolument certaines de Mélanésiens.

Les traditions de plusieurs populations néo-zélandaises ont conservé le souvenir des chasses du moa; mais dans d'autres localités, ces souvenirs sont effacés; toutefois il semble bien prouvé que l'extermination du moa est récente et même ne remonte pas à plus d'un siècle dans la grande île du Sud ou île du Milieu : les proverbes maoris qui ont été recueillis confirmeraient cette opinion.

Malgré cela, de grandes incertitudes subsistent toujours à l'égard des populations primitives antérieures à l'arrivée des Polynésiens ou Maoris qui eut lieu probablement vers le xve siècle de notre ère. Aussi, M. Peschard, sans admettre la théorie de Lesson qui fait des Maoris de véritables autochtones, admet cependant, comme Lesson, la présence en Nouvelle-Zélande de Maoris primitifs, d'origine polynésienne, mais arrivés antérieurement à la grande migration : ainsi s'expliqueraient les traces polynésiennes si nombreuses. Du reste, ajoute-t-il en terminant, l'histoire de l'homme en Nouvelle-Zélande se complète nécessairement par celle du moa; on a trop négligé ces rapprochements naturels, ce qui fait que les diverses théories émises n'ont eu, jusqu'à ce jour, que peu de consistance. C'est donc dans cet ordre d'idées, et par l'observation rigoureuse des faits précédant toute conception de système, que l'on arrivera à la solution complète de ces questions.

Digitized by Google

M. Ed. PIETTE

Juge honoraire, à Rumigny (Ardennes).

NOUVELLES FOUILLES A BRASSEMPOUY

— Séance du 10 août 1894 —

Découverte en 1881, la station de Brassempouy fut explorée d'abord par le comte de Poudenx, propriétaire du bois où elle est située. Il confia la direction de ses fouilles à M. Dubalen et recueillit une collection d'objets d'art, où l'on remarque des gravures simples, des gravures à contours découpés et des sculptures en bas-relief, choses que l'on rencontre habituellement dans les gisements magdaléniens. Les travaux portèrent donc sur les couches magdaléniennes, et ils les firent disparaître. Ils effleurèrent à peine l'assise sous-jacente où les os de rhinocéros, de mammouth et d'hyène sont en abondance.

Abandonnée en 1882, la station fut explorée de nouveau en 1891, par M. de Laporterie et le Dr Léon Dufour. Leurs fouilles faites dans l'assise inférieure mirent à découvert des amulettes et divers autres objets d'art en ivoire de mammouth.

En 1892, l'Association française, renseignée par moi, obtint de M. de Poudenx, grâce à l'intervention de M. de Laporterie, l'autorisation de venir étudier sur place le gisement et d'y faire creuser préalablement une tranchée, pour voir la succession des assises. M. Dubalen fut chargé de faire exécuter cette tranchée. Mais, quand les Sections de Géologie et d'Anthropologie vinrent sur le terrain, elles trouvèrent les affleurements des couches si bien masquées par les déblais nouvellement remués, qu'aucune étude ne fut possible. Cependant un fait ignoré jusqu'à ce jour se dégagea de cette exploration : les couches inférieures de la station de Brassempouy renfermaient des statuettes humaines en ivoire de mammouth. Elles représentaient donc l'époque de la sculpture en ronde-bosse et le début de l'époque glyptique. Une autre conséquence doit être tirée de cette découverte et de celles de M. de Laporterie : l'ivoire avait servi de matière sculptable avant la ramure de renne. De là l'existence d'un art éburnéen antérieur à l'art tarandien.

Digitized by Google

M. de Laporterie et moi, nous résolûmes de faire une étude sérieuse de ce qui subsistait encore du gisement. Invités par M. de Poudenx, nous nous rendîmes à Brassempouy. C'est le résultat de nos fouilles et d'observations faites en commun que je vais exposer dans cette note.

La station se compose d'une grotte, dont toutes les ramifications ne sont pas encore explorées, et d'une avenue bordée de rochers abrupts et bas, qui aboutit à un chemin d'exploitation contigu à un ruisseau. Cette allée a $9^m,75$ de longueur. Il restait peu de choses à explorer du côté droit (1), dans le gisement. C'était de ce côté, dans l'intérieur de la caverne, que M. de Laporterie avait recueilli ses ivoires et que les ouvriers de l'*Association française* avaient découvert des statuettes. Nous enlevâmes les déblais faits par les précédents explorateurs, et approfondîmes leur tranchée dans les endroits où ils n'avaient pas atteint le rocher formant le plancher de la grotte. Nous y trouvâmes un ivoire cylindrique ornementé et deux fragments de figurines. L'un est le bas d'une statuette dont les jambes sont terminées en pointe; l'autre est un débris de torse avec le bras sculpté en demi-relief le long du corps et l'avant-bras replié sur la poitrine.

Un grand lambeau de l'assise inférieure restait intact, du côté gauche, dans la grotte et dans l'allée. Dans la caverne, il avait été découronné par l'enlèvement des couches magdaléniennes. La tranchée faite par les ouvriers de l'*Association française* le côtoyait dans toute sa longueur. En élargissant cette tranchée et creusant le sol jusqu'au rocher qui forme l'aire de la grotte, nous mîmes à découvert l'affleurement des couches, et nous notâmes, dans l'allée, la succession d'assises suivante :

10 à 15 centimètres : terre végétale.

2 mètres à $2^m,50$: limon dont les éléments sont empruntés au lœss.

90 centimètres : couche de terre remplie de pierrailles, contenant, à sa partie supérieure, des flèches à cran, à sa partie inférieure des pointes de sagaie en forme de feuilles de laurier, et dans toute son épaisseur des dents de mammouth, de rhinocéros à narines cloisonnées, d'hyène tachetée, de cheval, etc. — Cet amas n'affleurait que vers l'extrémité occidentale de l'avenue, près du chemin d'exploitation.

Un mètre à $2^m,30$: argile jaune contenant, en grande abondance, des ossements de mammouth, de rhinocéros à narines cloisonnées, de cheval, d'hyène tachetée, et en moindre quantité des os d'ours des cavernes, de bœuf ancien, de cerf élaphe, de cerf du Canada, de renne, de loup, de renard, de rat, d'aigle, de coq de bruyère et de gélinotte. Les débris de renne y sont assez rares. Avec ces vestiges d'animaux gisent de nombreux silex, les uns de forme mostérienne, d'autres de forme magda-

(1) J'appelle côté droit d'une caverne celui que l'on a à sa droite lorsqu'on se dirige vers l'entrée pour en sortir.

Digitized by Google

lénienne, le plus grand nombre taillés suivant le mode de Solutré. Ceux dont la forme rappelle l'outillage du Moustier sont plus nombreux à la base de l'assise qu'à sa partie supérieure ; et, parmi eux, l'on remarque les grands racloirs, mais non les gros instruments amygdaloïdes, taillés des deux côtés. Les silex solutréens sont caractérisés par la solidité que leur donne leur forme ; certains outils, faits évidemment pour travailler des matières dures, sont épais près de la pointe et renforcés par des carènes.

Nous n'avons vu ni flèche à cran, ni tête de sagaie en feuille de saule ou de laurier dans cette formation ; mais nous y avons recueilli de longues pointes plates et unies d'un côté, présentant de l'autre de grandes facettes, dont une, presque perpendiculaire au côté plat, est taillée suivant le mode de Solutré. Des flèches en ivoire à base en biseau, des poinçons de même matière et d'autres instruments en os ou en ivoire sont épars à toutes les hauteurs. Quelques dents percées paraissent çà et là dans la terre jaune. Des lames d'ivoire semblables à celles que M. de Vibraye a trouvées à Laugerie avec une statuette abondent à tous les niveaux. De nombreux foyers donnent à l'assise un cachet particulier. On les voit dans toute la masse, à toutes les hauteurs, entourés de terre glaise cuite et durcie, remplis de cendre noire ou grise et de charbons, vestiges de feux entretenus avec du bois où l'on a brûlé des déchets de chair. Des parcelles d'os méconnaissables, des morceaux d'ivoire calciné, et parfois des dents de mammouth et de rhinocéros à demi brûlées gisent au milieu des cendres. La largeur de ces foyers varie de 60 centimètres à $1^m,50$, et leur épaisseur de 10 à 80 centimètres. L'un d'eux, situé à $2^m,10$ de l'entrée de la grotte, dans la partie supérieure de l'assise, était entouré de pierres rangées en cercle, rappelant, par ce mode de construction, quelques-uns de ceux que l'on a découverts à Solutré. Il avait $1^m,40$ de diamètre et 15 centimètres d'épaisseur. Les fragments d'os calcinés qu'il renfermait étaient indéterminables.

C'est dans les intervalles laissés entre ces foyers que gisaient, dans une terre argileuse, ordinairement mêlée de cendre, les objets d'art et les outils en os. Les objets d'art étaient des amulettes en ivoire à sillons onduleux et profonds, des morceaux d'ivoire cylindriques, ornementés, et des statuettes humaines.

L'existence de foyers intacts dans toute l'étendue de l'assise et à toutes les hauteurs prouve que cette assise n'a subi aucun remaniement. Elle est le résultat de l'habitation de l'homme pendant un long laps de temps, au cours duquel le sol s'est peu à peu élevé par l'effet des détritus et des apports humains.

Quoique cette formation soit homogène dans toutes ses parties, nous y avons fait trois divisions, parce que les statuettes ne se trouvaient que dans une couche dont l'épaisseur ne dépassait pas $0^m,40$, et que ni

Digitized by Google

au-dessus, ni au-dessous, nous n'en avons rencontré. Ces subdivisions créées pour faciliter l'étude sont locales et ne doivent probablement pas être généralisées.

Cette assise repose, dans l'avenue, sur les couches suivantes, dans lesquelles aucun vestige d'industrie n'a été découvert :

25 centimètres: argile plastique, bleuâtre ou jaunâtre, imperméable.

30 centimètres: pierrailles.

Rocher formant l'aire de la grotte et se continuant dans l'avenue.

Nous avons recueilli cinq figurines humaines en ivoire dans la couche àstatuettes. J'ai l'honneur d'en mettre les photographies sous les yeux

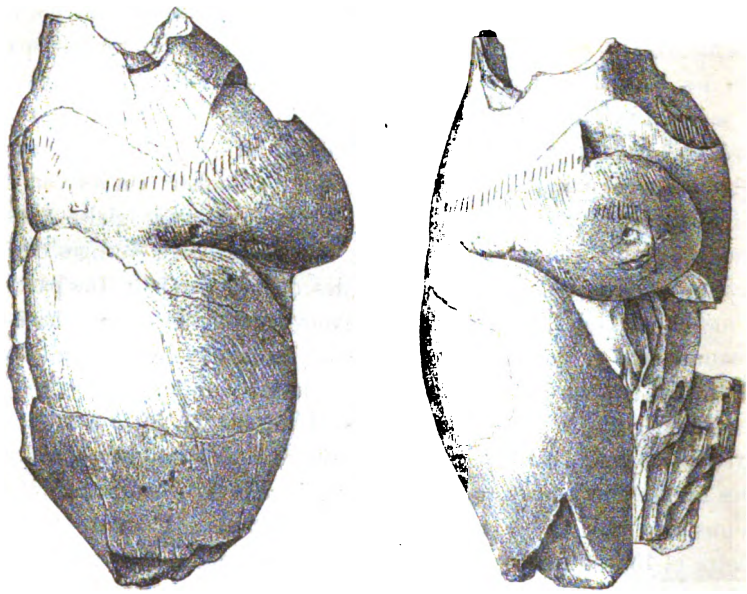


FIG. 1. — Fragment de statuette féminine découvert par les ouvriers de l'Association française.

des membres de la *Section d'Anthropologie*. Les ouvriers de l'*Association française* en avaient trouvé deux. Cela fait en tout sept statuettes provenant de ce gisement. Toutes sont féminines. Il suffit de jeter les yeux sur elles pour voir qu'elles appartiennent à deux races différentes. Il faut donc en faire deux groupes : celui des femmes adipeuses, voisines des Boschismanes, et celui des femmes élancées, à ventre plat. Dans le premier, je place un fragment de statuette dont un anonyme a donné un mauvais dessin dans un supplément de l'*Anthropologie*. Les ouvriers de l'*Association française* l'ont trouvé dans la partie gauche de la grotte et, frappés de l'énorme épaisseur de la cuisse, ils l'ont surnommé *la poire*. J'y range aussi une figurine recueillie par M. de Laporterie et par moi,

Digitized by Google

caractérisée par des gibbosités volumineuses sur les hanches. Il faut en rapprocher la statuette en dent de cheval du Mas-d'Azil et la gravure au champ levé de Laugerie-Basse connue sous le nom de *femme au renne* ou *femme enceinte*.

Voici la caractéristique de cette race : hauteur du front à peu près égale à celle du tiers du visage. Pommettes des joues saillantes; nez gros; lèvres lippues; menton fuyant, sans relief, assimilable à celui de la mâchoire de la Naulette; oreille lobée. Les femmes ont les seins cylindriques et pendants, le ventre volumineux et pendant, en forme de toit dans la région qui s'étend entre le creux de l'estomac et le nombril; leurs flancs sont

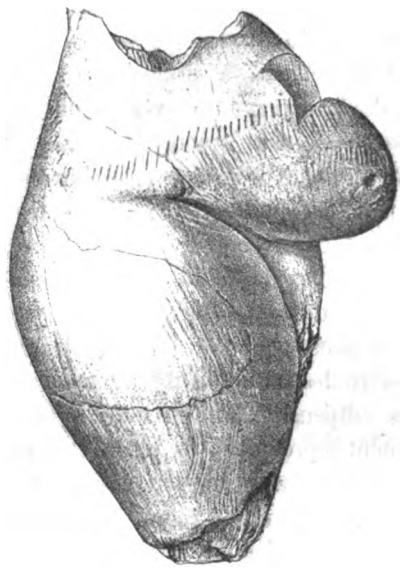


Fig. 2. — La statuette de la figure 1 vu de trois quarts.

vastes et obliques. Elles ont sur les hanches des gibbosités graisseuses qui augmentent avec l'âge; leurs cuisses sont enveloppées de tissus fibro-graisseux qui les rendent énormes et forment une sorte de mollet par devant. Leurs organes sexuels sont caractérisés par le développement des petites lèvres qui s'allongent en un appendice arrondi inférieurement. Jambes grêles. Bras assez larges vers l'épaule, mais amincis dès le voisinage du coude, et en somme un peu grêles. Système pileux très développé : des rangées de poils disposés en bandelettes s'étendent sur le ventre, au-dessus du nombril et sur le torse. Celles de la *femme au renne* ont presque l'apparence de zébrures. Les fesses devaient être très grosses pour faire contrepoids au ventre; mais la plus grande statuette de Bras-

Digitized by Google

sempouy n'en a plus, par suite de brisure due probablement à leur saillie. L'autre, qui était un manche de poignard, n'en a jamais eu.

Ces femmes portaient des colliers et des bracelets, ou s'entaillaient la chair pour les simuler. La forme simienne de leur menton permet de les rapprocher de la race de la Naulette, c'est-à-dire de l'une des plus anciennes, sinon la plus ancienne de celles qui ont occupé notre sol.

De nos jours les Boschismanes, les Somalis et les Ouoloves sont les seules peuplades chez lesquelles on retrouve la femme avec des gibbosités graisseuses et les petites lèvres prolongées en un appendice. La race boschismane est incontestablement très voisine de la vieille race de l'Europe occidentale. Malgré la ressemblance de ces deux variétés humaines, il ne faut pas les identifier. Elles diffèrent par les traits du visage, le relief du menton, la forme de l'appendice sexuel de la femme. la compression latérale des flancs, la saillie en avant de la partie supérieure du ventre et le développement du système pileux. Chez les Boschismanes, les gibbosités graisseuses restent l'apanage de la femme. Les hommes en sont exempts; elles n'influent pas sur la forme du squelette. Il devait en être de même chez notre vieille race quaternaire.

Les figurines du second groupe ont des formes qui rappellent davantage celles des populations actuelles de l'Europe. Les personnes qu'elles représentent étaient dépourvues de bosses graisseuses et paraissent n'avoir pas été velues. La première pensée qui vient à l'esprit, quand on les regarde. est qu'elles sont peut-être des statuettes d'hommes appartenant à la même race que les femmes adipeuses. S'il en était ainsi, les organes virils auraient été certainement représentés. Ils ne le sont pas; elles sont donc des figurines de femme. Il est vrai qu'on ne voit pas les organes féminins; mais ils n'apparaissent pas quand la femme est debout, et ces statuettes sont toutes celles de personnes debout. En s'abstenant d'indiquer le sexe, les sculpteurs se sont donc conformés à la réalité, différents en cela de ceux qui ont représenté les femmes adipeuses, avec leurs organes féminins, quelle que soit la position dans laquelle elles se trouvaient. Ils semblent avoir pris à tâche de s'éloigner le plus possible des types du premier groupe. Les femmes dont ils nous ont transmis les formes sont minces, élancées, un peu maigres. Leurs cuisses et leurs hanches ont des contours féminins. Le ventre est aussi plat que celui d'un homme. Les fesses sont parfois d'une exiguïté qui n'est pas dans la nature et révèle un art où il y a du convenu. A en juger par une figurine de fillette, les cheveux étaient longs. Les bras épais près de l'épaule s'amincissaient rapidement avant le coude. Les jambes étaient robustes, avec des mollets peu volumineux. Le cou était allongé, le visage en triangle, le front large et bas, les yeux obliques et longs, le nez grand, étroit et aplati, le menton saillant. La bouche n'est pas indiquée. Le mont de Vénus, en forme de losange aux

Digitized by Google

angles arrondis, était proéminent et descendait en pointe plus bas que chez les femmes de notre race. Cette disposition peut faire supposer que les femmes de notre second groupe étaient longinymphes. Elles avaient des rudiments de vêtements : ceintures, pèlerines, capulets, coiffures, qui paraissent avoir été employés, non pour éviter le froid, mais comme

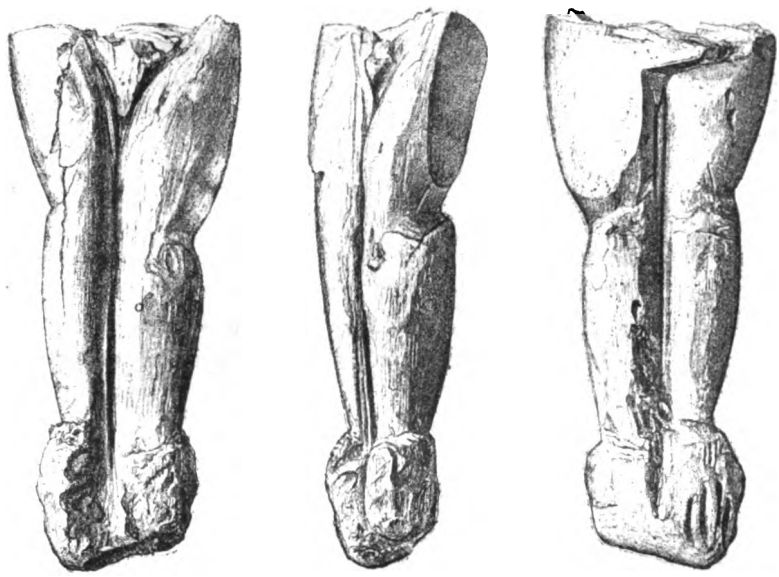


FIG. 3. — Fragment d'une ébauche de statuette d'ivoire découvert par les ouvriers de l'Association française.

ornements. Ces parures indiquent une condition sociale meilleure que celle des femmes adipeuses qui vivaient dans les mêmes cavernes. Peut-être celles-ci appartenaient-elles à une race asservie.

Mais, dans l'antiquité, les races asservies ont toujours fourni des femmes ou du moins des concubines aux conquérants ; et parmi les statuettes, il en est qui paraissent représenter des métisses. Telle est la *Vénus impudique* de M. de Vibraye.

Digitized by Google

M. Arsène DUMONT

Membre de la Société d'Anthropologie de Paris, à La Cambe (Calvados).

LA NATALITÉ DANS LE CANTON D'ISIGNY (CALVADOS)

— Séance du 10 août 1894 —

La démographie du canton d'Isigny et l'histoire statistique de la propriété foncière de ses vingt-six communes depuis cent cinquante ans, fourniraient aisément la matière d'un fort in-8° rempli de faits aussi suggestifs qu'inédits. Faute de temps aussi bien que d'espace, ce travail est, quant à présent, impossible. Les onze tableaux qui suivent n'en sont pas même l'ossature complète; mais ils en forment en quelque sorte l'épine dorsale.

Ici, d'ailleurs, comme dans les études du même genre que j'ai publiées antérieurement, ce n'est pas le canton d'Isigny, mais le problème général de la natalité qui est le sujet. Il s'ensuit que la natalité est le phénomène capital autour duquel viennent se grouper tous les autres et que ceux-ci, au lieu d'être étudiés pour eux-mêmes, le sont seulement en tant qu'ils contribuent à établir le taux de la natalité ou bien à expliquer ses variations.

Sur les vingt-six communes, huit ont moins de 300 habitants et six en ont de 300 à 450 (tabl. A). L'étude n'en est point dépourvue d'intérêt, mais doit être faite avec circonspection, leur petitesse les exposant, quant à leur natalité, à des oscillations qui souvent sont l'effet de causes accidentelles. Mais douze communes ont plus de 500 habitants ou se tiennent aux environs de ce chiffre, et parmi elles deux seulement, Grandcamp et Isigny ont une population en majorité urbaine, vivant de la marine et du commerce. Les dix autres, principalement agricoles, vouées les unes comme les autres à la production du beurre et de la viande, aussi semblables que possible par leur situation topographique et leur état économique, offrent ample matière aux comparaisons instructives. Le résultat, tout intéressant qu'il eût été pour la sociologie, n'en peut trouver place ici.

L'étude même des causes immédiates des variations de la natalité, c'est-à-dire le commentaire des tableaux numériques ci-dessous, consistant dans la comparaison détaillée des décades et des communes entre elles, a été extrêmement abrégée.

Digitized by Google

TABLEAU A RECENSEMENTS DE LA POPULATION DES COMMUNES

COMMUNES	1800	1806	1821	1831	1836	1841	1846	1851	1856	1861	1866	1872	1876	1881	1886	1891
Asnières	219	227	219	244		219		202	185	191	186	166	147	141	168	141
La Cambe	820	1.011	873	785		880		903	888	890	914	932	943	930	925	931
Canchy	364	427	429	513		506		417	411	411	422	378	388	350	370	321
Cardonville	192	192	172	160		171		191	175	154	158	162	162	165	169	160
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	447		534		557	577	611	599	542	507	502	496	521
Castilly	482	610	614	615		652		663	596	661	529	533	501	522	501	478
Criequeville	477	458	434	481		443		408	439	446	432	437	430	401	418	394
Deux-Jumeaux	275	274	208	227		222		231	210	226	211	223	200	213	209	181
Englesqueville	494	466	472	460		428		442	384	389	431	429	396	414	394	357
La Folie	335	400	356	307		333		311	301	315	325	306	328	302	301	278
Fontenay	178	172	196	177		175		181	162	339	365	306	318	346	331	328
Géfosse	231	218	201	214		181		202	193							
Grandcamp	627	673	777	1.258		1.264		1.436	1.463	1.529	1.613	1.624	1.691	1.704	1.719	1.868
Létanville	297	327	414													
Isigny	1.850	2.000	2.112	2.192		2.363		2.263	2.186	2.305	2.703	2.380	2.750	2.815	2.923	2.839
Lison	434	553	576	628		665		785	744	666	642	550	562	534	573	521
Longueville	523	600	547	622		603		579	610	571	621	574	570	568	575	591
Maisy	413	495	531	524		511		554	480	497	490	492	555	513	601	541
Mestry	225	206	244	224		217		215	207	211	212	207	217	206	212	202
Monfréville	287	389	353	317		304		269	278	275	272	273	282	291	291	273
Neuilly	603	1.092	1.023	992		1.086		1.031	1.071	1.078	1.075	1.016	1.013	952	905	913
Osmanville	411	404	418	497		644		607	586	643	492	465	485	506	484	469
Saint-Clément	225	218	207	187		202		168	168	168						
Les Oubeaux	460	537	539	571		505		550	530	540	544	514	488	492	491	476
Saint-Germain-Dupert	248	291	253	278		236		236	258	251	237	241	240	234	214	211
Saint-Marcouf	325	342	280	324		286		281	278	272	273	253	275	247	264	265
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	720		755		750	715	734	760	734	711	704	654	646
Saint-Pierre-du-Mont	249	231	237	245		221		229	234	250	233	240	228	242	239	214
Vouilly	553	493	467	480		426		466	462	424	407	414	416	401	390	373
Canton entier	12.941	14.660	14.361	14.691		15.032		15.127	14.791	14.947	15.146	14.384	14.803	14.651	14.817	14.492

(1) Les deux communes de Cartigny et de l'Épinay-Tesson qui ont formé Sainte-Margueritte-d'Elle et Cartigny-l'Épinay, comptaient ensemble 1.144 habitants en 1800.

Digitized by Google

TABLEAU B

NAISSANCES (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	39	57	58	47	47	39	35	38	40
La Cambe	197	194	210	197	159	202	260	242	245
Canchy	85	94	115	96	87	92	106	97	85
Cardonville	36	38	38	37	43	22	44	29	37
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	117	119	109	97	112
Castilly	140	123	202	140	130	127	149	136	118
Cricqueville	72	95	151	95	85	145	122	145	102
Deux-Jumeaux	46	26	34	39	50	44	44	57	50
Englesqueville	81	121	132	97	70	81	124	117	96
La Folie	86	63	49	71	56	40	65	54	45
Fontenay	53	58	49	62	64	34	90	77	95
Géfosse	38	47	40	42	31	42			
Grandcamp	168	330	425	336	398	479	434	494	547
Létanville	74	81							
Isigny	520	621	664	708	593	596	753	675	704
Lison	142	131	143	166	188	140	150	121	130
Longueville	107	137	142	108	109	104	125	111	123
Maisy	107	129	152	147	125	115	148	188	179
Mestry	39	44	31	38	40	43	50	69	54
Monfréville	68	73	63	44	48	57	59	81	94
Neuilly	240	234	257	308	251	283	224	256	239
Osmanville	103	122	168	173	150	147	146	149	170
Saint-Clément	61	65	69	60	48	38			
Les Oubeaux	140	112	150	104	123	115	121	129	114
Saint-Germain-Dupert	52	63	73	58	54	69	47	69	74
Saint-Marcouf	68	53	58	45	43	56	65	46	37
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	»	167	166	184	165	195
Saint-Pierre-du-Mont	48	63	66	57	45	58	62	52	74
Vouilly	86	116	114	88	98	87	104	95	88
Canton entier	3.194	3.524	3.859	3.612	3.519	3.540	3.820	3.799	3.847

Digitized by Google

TABLEAU C

NATALITÉ (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	17,2	26,0	23,8	21,4	23,2	20,5	20,0	26,2	25,9
La Cambe	19,4	23,3	26,7	22,3	17,6	22,7	28,0	25,8	26,4
Canchy	20,0	21,9	22,3	19,0	20,8	22,4	26,5	26,2	24,7
Cardonville	18,7	22,1	23,7	21,6	22,5	13,3	27,5	16,6	22,5
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	21,0	19,8	19,1	19,2	22,0
Castilly	22,9	20,0	32,8	21,4	19,6	20,1	28,1	24,3	24,1
Cricqueville	16,7	21,9	31,3	21,4	20,8	32,8	28,0	34,9	25,9
Deux-Jumeaux	16,6	12,5	14,9	17,5	21,6	20,1	20,3	27,5	25,6
Englesqueville	17,3	25,6	28,6	22,7	15,8	20,9	28,9	28,8	25,8
La Folie	21,5	17,7	15,9	21,3	14,8	12,9	20,6	17,1	15,8
Fontenay	30,7	29,5	27,7	35,4	35,3	»	26,7	23,1	28,8
Géfosse	17,4	23,3	18,6	23,2	15,3	15,7			
Grandcamp	24,9	42,4	32,8	26,5	27,7	32,0	26,7	29,0	30,4
Létanville	23,0	19,5							
Isigny	26,0	29,4	30,3	30,0	25,5	26,5	29,6	24,2	24,4
Lison	25,6	22,7	22,6	24,9	23,9	19,8	23,0	22,3	23,7
Longueville	17,8	26,9	22,8	18,0	18,4	17,6	21,0	19,5	21,1
Maisy	21,4	24,3	29,0	28,7	22,5	23,5	29,9	35,3	31,3
Mestry	18,9	18,0	13,8	17,9	18,1	20,6	23,8	32,8	26,1
Monfréville	17,5	20,7	19,8	14,4	17,9	20,6	21,6	28,3	33,3
Neuilly	21,9	22,7	25,9	28,3	24,3	26,3	21,4	27,1	26,3
Osmanville	25,4	29,1	33,8	26,8	26,3	23,8	35,1	31,9	35,6
Saint-Clément	28,0	31,4	36,9	29,7	28,5	»			
Les Oubeaux	24,2	20,7	26,2	20,6	22,3	21,5	22,8	26,3	23,5
Saint-Germain-Dupert	15,2	22,5	22,5	20,3	19,2	21,5	17,8	26,4	27,9
Saint-Marcouf	23,3	20,9	20,8	19,0	18,3	22,0	27,2	19,4	17,4
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	»	22,2	22,9	24,6	24,3	30,0
Saint-Pierre-du-Mont	20,7	26,6	26,5	25,7	19,6	24,3	26,2	22,1	32,6
Vouilly	17,2	24,8	23,7	20,6	21,0	20,1	25,3	23,3	23,0
Canton entier	23,1	24,5	26,2	24,0	23,2	23,8	25,8	25,8	26,2

Digitized by Google

TABLEAU D — DÉCÈS (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	45	51	51	41	41	45	29	34	41
La Cambe	203	179	201	202	203	191	266	240	238
Canchy	76	74	99	94	87	78	118	86	103
Cardonville	46	36	45	34	36	30	46	34	58
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	114	93	105	115	108
Castilly	139	109	137	128	127	134	161	140	113
Cricqueville	91	96	106	95	70	93	111	112	94
Deux-Jumeaux	40	31	48	38	40	35	55	49	29
Englesqueville	109	102	98	78	73	64	107	110	65
La Folie	67	60	83	61	66	65	62	48	54
Fontenay	35	64	70	51	48	33	102	66	75
Géfosse	69	56	58	32	42	58			
Grandcamp	172	191	267	246	270	311	490	391	417
Létanville	74	60							
Isigny	607	511	648	619	598	597	886	768	785
Lison	125	116	112	141	164	154	133	111	107
Longueville	121	162	181	118	139	145	134	126	156
Maisy	122	100	156	120	107	111	193	152	152
Mestry	43	38	44	47	45	48	48	55	42
Monfréville	90	62	56	51	66	68	74	76	63
Neuilly	269	200	308	240	216	221	278	246	212
Osmanville	109	117	116	118	133	134	117	149	129
Saint-Clément	53	63	88	50	42	29			
Les Oubeaux	125	107	121	106	122	120	138	130	115
Saint-Germain-Dupert	72	67	47	57	61	58	63	62	53
Saint-Marcouf	51	43	44	53	44	59	58	54	43
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	»	157	167	198	156	177
Saint-Pierre-du-Mont	38	42	47	38	29	56	57	60	58
Vouilly	94	90	95	69	104	105	92	86	72

Digitized by Google

TABLEAU E — MORTALITÉ (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	20,0	23,2	20,8	18,6	20,3	24,0	16,4	23,3	26,6
La Cambe	20,0	20,5	25,6	22,9	22,5	21,4	28,3	25,6	25,6
Canchy	17,8	17,0	17,5	18,5	20,8	18,9	29,5	23,3	29,8
Cardonville	23,9	20,9	28,1	19,8	18,7	18,2	28,7	24,4	35,3
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	21,0	15,5	18,4	22,7	21,2
Castilly	22,8	17,7	22,2	19,6	19,1	21,2	30,3	27,6	23,1
Cricqueville	20,0	22,1	20,0	21,4	17,1	21,0	25,7	27,0	23,8
Deux-Jumeaux	14,4	14,9	21,1	17,1	17,3	16,0	25,3	23,6	14,9
Englesqueville	21,2	21,6	20,8	18,2	16,5	16,5	24,9	27,1	17,3
La Folie	21,6	16,9	27,0	18,0	21,2	21,4	19,6	15,2	18,9
Fontenay	20,3	32,1	39,5	28,5	26,5	»	30,3	19,7	22,7
Géfosse	31,2	27,8	27,1	17,7	20,8	21,8			
Grandcamp	25,5	23,5	21,2	19,3	18,5	20,7	30,2	23,0	23,2
Létanville	23,0	14,5							
Isigny	30,3	24,2	29,5	26,2	25,7	26,6	34,8	27,6	27,2
Lison	22,6	20,1	17,8	21,2	20,8	21,8	20,4	20,4	19,5
Longueville	20,1	29,6	29,0	19,5	24,0	24,5	22,5	23,9	26,7
Maisy	24,4	18,8	29,7	23,4	19,3	22,7	39,3	28,7	26,6
Mestry	21,3	15,5	19,6	21,7	20,9	22,9	22,8	21,6	20,3
Monfréville	23,1	17,5	17,6	16,7	24,6	24,6	27,2	26,4	22,3
Neuilly	24,0	19,5	31,0	22,1	20,9	20,5	26,6	26,0	23,3
Osmanville	26,9	28,0	23,3	18,1	21,9	21,8	24,9	31,9	27,0
Saint-Clément	24,3	30,4	47,0	24,7	25,0	»			
Les Oubeaux	21,4	19,8	21,1	20,9	22,1	22,4	25,8	26,5	23,5
Saint-Germain-Dupert	21,0	23,5	14,5	20,0	21,7	21,1	23,9	23,7	20,0
Saint-Marcouf	17,5	17,3	15,9	22,5	18,7	23,2	24,2	22,8	20,7
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	»	20,9	23,0	26,5	22,8	27,3
Saint-Pierre-du-Mont	16,4	17,7	19,1	17,2	12,7	23,9	24,1	25,5	25,5
Vouilly	19,0	19,2	19,7	16,2	22,3	24,2	22,4	21,1	18,8

Digitized by Google

TABLEAU F — MARIAGES (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	22	17	22	25	13	13	16	17	8
La Cambe	69	52	61	61	52	64	84	74	71
Canchy	28	21	36	39	28	36	37	24	26
Cardonville	15	22	22	12	21	22	20	14	13
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	46	29	46	51	41
Castilly	34	44	55	34	49	57	51	37	29
Cricqueville	37	34	50	25	37	40	30	43	34
Deux-Jumeaux	18	20	20	20	16	16	24	18	14
Englesqueville	31	44	42	27	20	41	32	24	25
La Folie	24	22	22	27	19	23	37	24	21
Fontenay	13	17	17	11	22	12	37	39	32
Géfosse	14	20	23	21	17	22			
Grandcamp	53	81	75	76	135	124	131	122	131
Létanville	21	30							
Isigny	195	149	205	199	180	187	224	265	188
Lison	42	40	46	53	57	55	49	40	59
Longueville	49	52	52	49	49	48	62	38	46
Maisy	28	52	41	37	34	42	52	67	33
Mestry	16	15	23	28	14	23	10	12	19
Monfréville	24	21	24	13	26	11	23	22	16
Neuilly	84	67	92	109	85	117	87	77	65
Osmanville	32	29	37	38	40	43	40	37	43
Saint-Clément	18	13	28	27	20	17			
Les Oubeaux	41	45	42	50	46	38	33	45	39
Saint-Germain-Dupert	19	41	38	30	24	37	23	17	27
Saint-Marcouf	16	22	21	31	23	19	24	17	24
Sainte-Marguerite-d'Elle	»	»	»	»	65	58	59	50	44
Saint-Pierre-du-Mont	16	24	15	12	20	18	20	18	13
Vouilly	42	44	35	35	34	25	35	33	31

Digitized by Google

TABLEAU G

NUPTIALITÉ (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	9,7	7,7	9,0	11,8	6,6	6,9	10,3	11,7	5,2
La Cambe	6,9	5,9	7,8	7,1	5,8	7,4	9,1	7,9	7,6
Canchy	6,5	4,9	7,0	7,7	6,7	8,5	9,2	6,4	7,5
Cardonville	7,7	12,8	13,7	7,0	10,9	13,3	12,5	8,6	7,9
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	»	8,4	4,8	8,1	10,1	8,0
Castilly	5,6	7,1	8,9	5,2	7,4	9,0	9,6	7,2	5,9
Cricqueville	7,8	7,8	10,4	5,6	9,0	9,0	6,9	10,3	8,6
Deux-Jumeaux	6,5	9,6	8,8	9,0	6,9	7,2	10,6	8,9	7,2
Englesqueville	6,6	9,3	9,1	6,3	4,5	10,6	7,4	5,9	6,5
La Folie	6,0	6,2	7,1	8,1	6,1	7,5	11,4	7,6	7,3
Fontenay	7,5	8,6	9,9	6,3	12,1	»	11,0	11,7	9,7
Géfosse	6,4	10,0	10,8	11,1	8,4	»			
Grandcamp	7,8	10,4	»	6,0	9,4	8,3	8,1	7,1	7,3
Létanville	6,4	7,2							
Isigny	9,7	7,0	9,3	8,4	7,9	8,7	8,9	8,5	6,5
Lison	7,6	6,9	7,3	7,9	7,2	7,8	7,1	7,3	10,7
Longueville	8,1	9,5	8,3	8,1	8,4	8,1	10,3	6,6	7,9
Maisy	5,6	9,8	7,8	6,6	6,1	8,5	10,6	12,5	5,7
Mestry	7,9	6,1	10,2	12,9	6,8	10,9	4,7	5,7	9,1
Monfréville	6,2	5,9	7,6	4,2	9,7	3,9	8,9	7,6	5,6
Neuilly	7,7	6,5	9,3	10,0	8,2	10,9	8,3	7,8	7,1
Osmanville	7,9	6,7	7,4	5,8	6,5	6,4	8,3	7,6	9,0
Saint-Clément	8,2	6,2	14,9	13,3	11,9	10,1			
Les Oubeaux	7,6	8,3	7,3	9,9	8,7	7,1	6,2	9,2	8,0
Saint-Germain-Dupert	5,5	14,6	11,7	10,4	8,5	13,4	8,7	6,3	10,1
Saint-Marcouf	5,5	8,9	7,5	13,1	9,9	7,4	10,0	7,1	11,3
Sainte-Marguerite-d'Elle	»	»	»	»	8,6	8,0	7,9	7,3	6,7
Saint-Pierre-du-Mont	6,9	9,1	6,1	5,4	8,7	7,4	8,4	7,7	5,7
Vouilly	8,5	9,8	7,3	8,2	7,3	5,6	8,5	8,1	8,1

Digitized by Google

TABLEAU H — NATALITÉ NATURELLE (PAR DÉCADES)

Pour 100 naissances légitimes, combien de naissances naturelles ?

COMMUNES	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892
Asnières	17,2	34,6	34,6	25,0
La Cambe	17,0	26,7	36,9	43,2
Canchy	15,0	28,9	20,5	37,1
Cardonville	0,0	12,8	18,1	23,3
Cartigny-l'Épinay	6,2	20,2	30,8	19,1
Castilly	20,7	10,3	22,7	21,6
Criequeville	21,6	29,8	35,4	72,8
Deux-Jumeaux	12,8	7,1	18,6	28,2
Englesqueville	17,8	42,5	50,7	40,5
La Folie	11,1	8,5	11,4	21,6
Géfosse-Fontenay	35,5	13,8	30,8	55,7
Grandcamp	8,9	9,5	7,5	8,7
Isigny	16,3	17,9	16,0	17,1
Lison	9,4	11,2	16,1	17,1
Longueville	15,5	23,3	24,1	41,7
Maisy	18,5	32,4	35,9	32,6
Mestry	14,9	17,3	27,4	68,7
Monfréville	7,8	11,4	23,4	25,3
Neuilly	12,1	22,7	24,7	21,9
Osmanville	6,3	20,0	28,9	37,1
Les Oubeaux	12,0	7,2	9,8	12,8
Saint-Germain-Dupert	16,9	20,5	22,0	17,4
Saint-Marcouf	12,0	38,3	30,3	27,5
Sainte-Margueritte-d'Elle	7,7	9,0	10,5	15,3
Saint-Pierre-du-Mont	11,1	21,1	37,2	54,2
Vouilly	16,4	13,6	17,1	20,5

TABLEAU I — FÉCONDITÉ DES MARIAGES

Pour un mariage, combien de naissances légitimes ?

COMMUNES	1853-1872	1873-1892
Asnières	1,9	2,3
La Cambe	2,5	2,2
Canchy	2,2	2,7
Cardonville	1,4	1,9
Cartigny-l'Épinay	2,7	1,9
Castilly	2,3	2,9
Criequeville	3,0	2,0
Deux-Jumeaux	2,0	2,5
Englesqueville	2,1	2,8
La Folie	1,5	1,8
Géfosse-Fontenay	1,5	1,6
Grandcamp	3,3	3,6
Isigny	2,7	2,5
Lison	2,5	2,1
Longueville	1,7	2,0
Maisy	2,2	2,7
Mestry	2,5	2,5
Monfréville	3,0	3,6
Neuilly	2,1	2,5
Osmanville	3,1	2,8
Les Oubeaux	2,5	2,4
Saint-Germain-Dupert	1,9	2,5
Saint-Marcouf	2,2	1,5
Sainte-Margueritte-d'Elle	2,8	3,2
Saint-Pierre-du-Mont	2,6	2,7
Vouilly	2,7	2,2

Digitized by Google

TABLEAU J — **EXCÈS RÉCIPROQUE DES NAISSANCES SUR LES DÉCÈS** (PAR DÉCADES)

COMMUNES	1802-1812	1813-1822	1823-1832	1833-1842	1843-1852	TOTAL des cinq périodes	1853-1862	1863-1872	1873-1882	1883-1892	TOTAL des quatre périodes
Asnières	— 6	+ 6	+ 7	+ 6	+ 6	+ 19	— 6	+ 6	+ 4	— 1	+ 3
La Cambe	— 6	+ 15	+ 9	— 5	— 44	— 31	+ 11	— 6	+ 2	+ 7	+ 14
Canchy	+ 9	+ 20	+ 16	+ 2	+ 0	+ 47	+ 14	— 12	+ 11	— 18	— 5
Cardonville	— 10	+ 2	— 7	+ 3	+ 7	— 5	— 8	— 2	— 5	— 21	— 35
Cartigny-l'Épinay	»	»	»	+ 129	+ 3	+ 132	+ 26	+ 4	— 18	+ 4	+ 16
Castilly	+ 1	+ 14	+ 65	+ 12	+ 3	+ 95	— 7	— 12	— 4	+ 5	— 18
Cricqueville	— 19	— 1	+ 45	+ 0	+ 15	+ 40	+ 52	+ 10	+ 33	— 8	+ 87
Deux-Jumeaux	+ 6	— 5	— 14	+ 1	+ 10	— 2	+ 9	— 11	+ 8	+ 21	+ 27
Englesqueville	— 28	+ 19	+ 34	+ 19	— 3	+ 41	+ 17	+ 17	+ 7	+ 31	+ 72
La Folie	+ 9	+ 3	— 34	+ 10	— 10	— 22	— 26	+ 3	+ 6	— 9	— 26
Fontenay	+ 18	— 6	— 21	+ 10	+ 16	+ 18	+ 1	— 12	+ 11	+ 20	+ 4
Géfosse	— 31	— 9	— 18	+ 10	— 11	— 59	— 16				
Grandcamp	— 4	+ 139	+ 146	+ 90	+ 131	+ 527	+ 168	— 56	+ 103	+ 130	+ 345
Létanville	+ 0	— 21									
Isigny	— 87	+ 110	+ 16	+ 89	— 5	+ 123	— 1	— 133	— 93	— 81	— 308
Lison	+ 17	+ 15	+ 30	+ 25	+ 24	+ 111	— 14	+ 17	+ 10	+ 23	+ 36
Longueville	— 14	— 25	— 39	— 30	— 10	— 118	— 41	— 9	— 15	— 33	— 98
Maisy	— 15	+ 29	— 4	+ 27	+ 18	+ 55	+ 4	— 45	+ 36	+ 27	+ 22
Mestry	— 4	+ 6	— 13	— 9	— 5	— 25	— 5	+ 2	+ 14	— 15	— 4
Monfréville	— 22	— 11	+ 7	— 7	— 18	— 29	— 11	— 15	+ 5	+ 31	+ 10
Neuilly	— 29	— 34	— 51	+ 68	+ 35	+ 57	+ 62	— 54	+ 10	+ 27	+ 45
Osmanville	— 6	+ 5	+ 52	+ 55	+ 17	+ 123	+ 13	+ 29	+ 0	+ 41	+ 92
Saint-Clément	+ 8	+ 2	— 19	+ 10	+ 6	— 7	+ 9				
Les Oubeaux	+ 5	+ 15	+ 29	— 2	+ 1	+ 48	— 5	— 17	— 1	— 1	— 24
Saint-Germain-Dupert	— 20	— 4	+ 26	+ 1	— 7	— 4	+ 11	— 16	+ 7	+ 21	+ 23
Saint-Marcouf	+ 17	+ 10	+ 14	— 8	— 1	+ 32	— 3	+ 7	— 8	— 10	— 14
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	»	»	»	+ 10	+ 10	— 1	— 14	+ 9	+ 18	+ 12
Saint-Pierre-du-Mont	+ 10	+ 21	+ 19	+ 19	+ 16	+ 85	+ 1	+ 5	— 8	+ 16	+ 14
Vouilly	— 8	+ 26	+ 19	+ 19	— 6	+ 50	— 18	+ 12	+ 9	+ 2	+ 5
Canton entier (1)	+ 1.620 — 295 = + 1.325						+ 827 — 532 = + 295				

(1) Y compris, pour la période 1806-1851, Cartigny et l'Épinay-Tesson devenus, après divers remaniements, Cartigny-l'Épinay et Sainte-Marguerite-d'Elle. L'excès des naissances pour ces deux communes, pendant les quatre premières décades, a été de 129.

Digitized by Google

Tableau K — EXCÈS RÉCIPROQUE DE L'ÉMIGRATION SUR L'IMMIGRATION (1)

COMMUNES	POPULATION EN 1806	Excès des naissances sur les décès de 1802 à 1852	POPULATION CALCULÉE	POPULATION EN 1831	EXCÈS de L'ÉMIGRATION	POPULATION EN 1851	Excès des naissances sur les décès de 1853 à 1892	POPULATION CALCULÉE	POPULATION EN 1891	EXCÈS de L'ÉMIGRATION
Asnières	227	+ 19	246	202	+ 44	202	+ 3	205	141	+ 64
La Cambe	1.011	— 31	980	903	+ 77	903	+ 14	917	931	— 14
Canchy	427	+ 47	474	417	+ 57	417	— 5	412	321	+ 91
Cardonville	192	— 5	187	191	— 4	191	— 35	156	160	— 4
Cartigny-l'Épinay	»	132	»	»	»	557	+ 16	573	521	+ 52
Castilly	610	+ 95	705	663	+ 42	663	— 18	645	478	+ 167
Cricqueville	458	+ 40	498	408	+ 90	408	+ 87	495	394	+ 101
Deux-Jumeaux	274	— 2	272	231	+ 41	231	+ 27	258	181	+ 77
Englesqueville	466	+ 41	507	442	+ 65	442	+ 72	514	357	+ 157
La Folie	400	— 22	378	311	+ 67	311	— 26	285	278	+ 7
Fontenay	172	+ 18	190	181	+ 9	181	+ 1	387	328	+ 59
Géfosse	218	— 59	159	202	— 43	202	+ 3			
Grandcamp	673	+ 506	1.527	1.436	+ 91	1.436	+ 345	1.781	1.868	— 87
Létanville	327	+ 21								
Isigny	2.000	+ 123	2.123	2.263	— 140	2.263	— 308	1.955	2.839	— 884
Lison	553	+ 111	664	785	— 121	785	+ 36	821	521	+ 300
Longueville	600	— 118	482	579	— 97	579	— 98	481	591	— 110
Maisy	495	+ 55	550	554	— 4	554	+ 22	576	541	+ 35
Mestry	206	— 25	101	215	— 34	215	— 4	211	202	+ 9
Monfréville	389	— 29	360	269	+ 91	269	+ 10	279	273	+ 6
Neuilly	1.092	+ 57	1.149	1.031	+ 118	1.031	+ 45	1.076	913	+ 163
Osmanville	404	+ 123	527	607	— 80	607	+ 92	867	469	+ 398
Saint-Clément	218	+ 7	225	168	+ 57	168	— 24	526	476	+ 50
Les Oubeaux	537	+ 48	585	550	+ 35	550	+ 23	304	265	+ 39
Saint-Germain-Dupert	342	— 4	338	281	+ 57	281	— 14	222	211	+ 11
Saint-Marcouf	291	+ 32	323	236	+ 85	239	+ 12	762	646	+ 116
Sainte-Margueritte-d'Elle	»	+ 10	»	»	»	750	+ 14	243	214	+ 29
Saint-Pierre-du-Mont	231	+ 85	316	229	+ 87	229	+ 5	471	373	+ 98
Vouilly	493	+ 50	543	466	+ 77	466				
Canton entier	14.660	+ 1.325	15.985	15.127	+ 858	15.127	+ 295	15.422	14.492	+ 930

(1) Osmanville a cédé à Isigny une fraction de sa population, ce qui grossit indûment le chiffre des émigrants à Osmanville et celui des immigrants à Isigny.

Digitized by Google

COMMENTAIRE DES TABLEAUX NUMÉRIQUES

La natalité du canton d'Isigny considéré comme unité était faible pendant la première décade du siècle et fort au-dessous de la moyenne française d'alors. De 1823 à 1832, elle s'est élevée au maximum de 26,2 pour tomber au minimum de 23,2 pendant la décade 1843-1852. A partir de cette époque, elle s'est relevée lentement jusqu'à atteindre de nouveau le taux de 26,2 où elle est aujourd'hui. Ce sont, en somme, des oscillations de peu d'amplitude. Mais ce n'est pas le canton lui-même qui est à étudier, c'est le groupe de communes dont il se compose.

Ainsi, pendant la décade 1843-1852, où la natalité du canton était à son minimum de 23,2, vingt communes étaient au-dessous de ce chiffre, et telles d'entre elles descendaient à 15,8 ou même à 14,8. Inversement, pendant la dernière décade, où la natalité du canton est de 26,2, elle est dépassée dans dix communes dont la natalité oscille entre 26,3 et 32,6. Pendant les trois dernières décades les cas de natalité entre 30 et 35 ne sont pas rares.

Sauf pour neuf communes, la plupart très petites et dont sept, situées au sud de la vallée d'Aure, participent peu au mouvement général du canton, — Cartigny, Castilly, Lafolie, Lison, Les Oubeaux, Saint-Marcouf et Vouilly, — un relèvement très accusé de la natalité est manifeste. Il est remarquable surtout à Cricqueville, Englesqueville, Saint-Pierre, Maisy et Osmanville, groupées dans le nord du canton, près de Grandcamp et de Gifosse-Fontenay, — ou mieux Fontenay seule, — où la natalité n'a jamais cessé d'être forte depuis le commencement du siècle. A La Cambe, Asnières, Canchy et Deux-Jumeaux, situées également au nord de la vallée d'Aure, comme d'autre part à Mestry et Neuilly, le même relèvement s'est produit aussi, bien que moins accusé.

En général, le relèvement de la natalité n'a point entraîné un relèvement parallèle de la mortalité. Ainsi Cardonville, Castilly, Lafolie, Longueville, Les Oubeaux, Saint-Marcouf, communes de faible ou médiocre natalité, ont cependant une mortalité relativement forte, de sorte qu'elles présentent un excès des décès sur les naissances. Au contraire, Cricqueville et Englesqueville, qui comptent au nombre des communes où le relèvement de la natalité s'est surtout accusé, ont présenté une mortalité relativement moindre, de sorte que l'excès des naissances sur les décès y est plus considérable que pendant la première moitié du siècle. Il est moindre à Grandcamp, Maisy et Saint-Pierre en dépit de la forte proportion de leurs naissances.

Pour l'ensemble du canton, l'excès des naissances sur les décès a été moindre pendant ces quatre dernières décades que pendant les cinq

Digitized by Google

premières, et par contre l'excès de l'émigration sur l'immigration a été plus considérable (930 individus en 40 ans au lieu de 858 en 50 ans). De la sorte, en somme, malgré le relèvement de la natalité depuis trente ans, l'état démographique du canton est moins bon qu'il n'était de 1802 à 1852.

Causes immédiates de l'état de la natalité. — Ce sont la nuptialité, le nombre de naissances légitimes par mariage et la natalité naturelle.

Les facteurs de la natalité générale, ici comme toujours, sont sujets à de plus grandes oscillations que la natalité elle-même. Cependant, elles ne sont pas telles que l'on ne reconnaisse l'action des causes générales.

Ainsi la décade 1863-1872, qui comprend les deux années de la guerre et la suivante, mais aussi des années de grand progrès économique, a été dans presque toutes les communes remarquable par une forte nuptialité. Pendant la décade 1873-1882, la nuptialité est encore élevée; cependant il n'y a plus que huit communes où elle soit de 8 et au-dessus, tandis que cinq communes ont moins de 7. Pendant la dernière décade, la nuptialité décroît encore. Dix communes, il est vrai, présentent une nuptialité de 8 et au-dessus; mais huit tombent au-dessous de 7, et sur ce nombre, cinq au-dessous de 6. Il faut voir dans cette décroissance l'effet de la gêne de plus en plus grande de l'agriculture, bien qu'elle se soit produite également à Grandcamp et à Isigny, dont la population ne vit qu'en partie de l'agriculture. Cependant la nuptialité moyenne du canton reste encore très satisfaisante, ainsi du reste qu'elle l'a toujours été.

En revanche, la fécondité des mariages est des plus faibles depuis quarante ans. Les cas sont rares où elle s'élève à trois naissances pour un mariage et souvent elle n'est même pas de deux.

Natalité naturelle. — La natalité naturelle de quelques-unes des communes du canton d'Isigny est la plus haute que l'on ait signalée en France. Elle dépasse de beaucoup celle de Paris.

Dans l'ensemble du canton, elle n'est cependant, pendant la dernière décade, que de 24,1 naissances naturelles pour 100 naissances légitimes. Mais cela tient à ce qu'elles sont relativement peu nombreuses dans les deux communes quasi-urbaines de Grandcamp et d'Isigny, dont la population totale forme près d'un tiers de celle du canton. En effet, contrairement à ce que l'on remarque partout, la natalité naturelle est moindre parmi les populations urbaines ou maritimes que chez les populations purement agricoles, et parmi celles-ci elle est surtout le fait des ouvrières de l'agriculture. Elle est très faible dans la classe riche ou aisée et même dans les familles qui vivent au milieu des communes rurales, du petit commerce ou de la petite industrie. A Isigny, la natalité naturelle a

Digitized by Google

diminué de décade en décade, ce qui tient à ce que jadis un certain nombre de filles-mères venaient y faire leurs couches et qu'elles les font aujourd'hui dans les communes rurales. A Grandcamp, de tous temps, un grand nombre de jeunes filles se sont mariées en état de grossesse. Là, comme sur beaucoup de points, la grossesse déterminait le mariage, et l'accouchement ne se produisait qu'ensuite. C'était un effet de la grande familiarité et de l'étroite union des habitants, qui se connaissaient et se tutoyaient tous. Partout où il en est ainsi, la jeune fille enceinte est très rarement abandonnée par le jeune homme qui l'a rendue mère.

Abstraction faite des deux communes d'Isigny et de Grandcamp, la natalité naturelle pour le reste du canton, presque entièrement composé de populations agricoles, est de 35,2 naissances naturelles pour 100 légitimes.

La natalité naturelle dans les communes agricoles est allée croissant de décade en décade depuis quarante ans. L'état des documents n'a pas permis d'établir ce qu'elle était dans la première moitié du siècle. Il est probable qu'elle était déjà très supérieure à la moyenne française et de nombreux renseignements historiques font penser qu'il en était probablement ainsi depuis plusieurs siècles.

Pendant la décade 1853-1862, sept communes sur vingt-six n'avaient point encore 10 naissances naturelles pour 100 légitimes; seize communes en avaient de 10 à 20 et trois seulement en avaient davantage.

Dans la décade suivante, douze communes seulement ont moins de 20 naissances naturelles pour 100 légitimes et sept en ont plus de 25.

Du 1873 à 1882, neuf communes ont encore moins de 20 naissances naturelles pour 100 légitimes, mais huit en ont de 20 à 30 et neuf en ont de 30 à 50.

Enfin, pendant la dernière décade, sept seulement ont moins de 20 naissances naturelles pour 100 légitimes, neuf communes en ont de 20 à 30; trois en ont de 30 à 40; trois de 40 à 50; enfin quatre communes atteignent les chiffres suivants : Saint-Pierre-du-Mont, 54,2; Géfosse-Fontenay, 55,7; Mestry, 68,7 et Cricqueville 72,8. C'est, quant à présent, le maximum observé en France, et c'est une moyenne décennale. Il n'est pas rare, dans ces communes, que le nombre annuel des illégitimes dépasse celui des légitimes.

Au point de vue de leur groupement géographique, les communes agricoles dont la natalité naturelle est la moins élevée se trouvent presque toutes au sud de la vallée d'Aure, dont le large fossé dirigé d'est en ouest coupe le canton en deux parties à peu près égales. Au contraire, toutes les communes, sauf une, dont la natalité naturelle dépasse 30, se groupent au nord de la vallée sur cette langue de terre qui, joignant le Cotentin au Bessin, joue dans l'architecture de la Normandie le rôle d'un corridor dans l'architecture d'une maison.

Digitized by Google

C'est la région où les herbages sont le plus riches, la production du beurre le plus parfaite et les filles de ferme le plus nombreuses. Beaucoup d'entre elles, venues de la Manche, ont eu déjà une naissance naturelle dans leur pays d'origine, qu'elles n'ont quitté que pour échapper aux sévérités de l'opinion.

Natalité légitime. — Dans un pays où les naissances naturelles forment un appoint aussi considérable de la natalité générale, il devient indispensable de se demander ce que serait sans elles la natalité légitime. Le résultat de cette recherche, c'est que la natalité légitime reste faible.

Des 3.847 naissances de toute nature fournies par le canton entier pendant la dernière décade, si l'on retranche les 749 naissances naturelles, il reste 3.098 naissances légitimes qui donnent pour natalité légitime 21,1, tandis que la natalité générale est de 26,2. Les naissances naturelles relèvent donc la natalité générale de 5,1 pour 1.000 habitants.

Si l'on retranche du canton Isigny et Grandcamp, la natalité générale y devient 26,0. En déduisant les naissances naturelles, elles n'est plus que 19,8. Encore cette natalité légitime si faible est-elle fort inégalement répartie selon les communes et les classes sociales.

Sur 24 communes agricoles, 14 sont au niveau ou au-dessous de cette moyenne et de ce nombre La Cambe, Longueville, Cricqueville, Englesqueville, Géfosse, Mestry, toutes communes à forte natalité naturelle qui ne doivent qu'à cet appoint le chiffre élevé de leur natalité générale. A Longueville, par exemple, la natalité légitime descend à 14,7, à Cricqueville à 14,5. A Saint-Marcouf et à La Folie, elle n'est plus que de 13,6 et 12,7, ce qui la rapproche des plus faibles natalités constatées en France. Par contre, deux communes, Maisy et Osmanville, présentent une natalité légitime de 23,6 et de 26,0, sensiblement supérieure à la moyenne française et d'autant plus remarquable qu'elle s'allie à une natalité illégitime extrêmement élevée. C'est donc un fait acquis que le relèvement de la natalité dans les communes agricoles du canton d'Isigny tient presque uniquement à l'énorme proportion des naissances hors mariage.

Causes médiates. — De très nombreux renseignements historiques, il résulte que, depuis plusieurs siècles, l'inégalité des classes agricoles, leur séparation et leur insolidarité ont été très prononcées dans toutes les communes et surtout dans les plus typiques situées au nord de la vallée d'Aure. C'est cette insolidarité qui a déterminé le progrès des naissances naturelles et elle s'est considérablement accrue depuis trente ans. Les domestiques, journaliers et filles de ferme ont été de plus en plus considérés comme de simples instruments de production. Les rapports moraux et intellectuels ont été réduits autant que possible et les rapports purement économiques

Digitized by Google

ont pris de plus en plus d'importance, de sorte que la situation des ouvriers et domestiques en face du fermier a tendu de plus en plus à se rapprocher de celle des ouvriers d'usine en face du patron. A mesure que ce mouvement s'est accusé, il s'est formé un véritable prolétariat agricole, caractérisé, comme le prolétariat industriel, par l'imprévoyance, la vie au jour le jour et la forte proportion des naissances naturelles, traits auxquels se joint ici un grand développement de la mendicité et de la criminalité. Comme le concubinat est assez rare, les filles-mères trouvent habituellement à se marier et généralement avec le père de leur dernier enfant qui légitime en même temps les précédents, de sorte que la nuptialité n'en est pas diminuée.

Du reste, ces mœurs sont strictement limitées à une seule classe sociale. Dès que l'attention se reporte sur la classe riche ou aisée ou même simplement sur les familles vivant du petit commerce et de la petite industrie, on retrouve l'état démographique habituel dans la plus grande partie de la Normandie : natalité naturelle moyenne, nuptialité assez forte, fécondité des mariages médiocre et finalement natalité générale faible.

Conclusion. — La plupart des communes du canton d'Isigny et du canton de Lillebonne (Seine-Inférieure) que j'ai étudiées il y a quatre ans, fournissent des exemples bien caractérisés de relèvement spontané de la natalité. C'est donc un fait acquis que la natalité d'une collectivité humaine, après être tombée pendant une suite de plusieurs décades à un niveau fort bas, peut remonter d'une manière durable à un niveau satisfaisant ou même très élevé, et cela sans intervention législative ou administrative, sans réforme économique, intellectuelle ou sociale d'aucune sorte. Ce qui s'est produit sur quelques points très divers de notre territoire pourrait certainement se produire dans l'ensemble de la France et le terrible problème de la dépopulation serait résolu de lui-même.

Malheureusement il n'y a aucune raison de compter que ce phénomène se produise et d'autre part, étant données les circonstances qui l'accompagnent, il cesse de paraître désirable.

Dans les communes du canton de Lillebonne, la natalité a presque doublé quand les tisserands à domicile, économes, rangés et casaniers, sont devenus ouvriers des grandes usines et se sont en même temps laissés aller à l'ivrognerie et à la vie imprévoyante. Dès lors l'excès des naissances sur les décès a fait place à un excès des décès sur les naissances. De sorte qu'avec cette natalité, qui atteint quelquefois 40 pour 1.000 habitants, l'immigration empêche seule la dépopulation. D'un autre côté, on a pu voir la proportion des réformés s'élever à 55 pour 100 conscrits visités.

Dans le canton d'Isigny, la population, très fortement nourrie, est robuste et vaillante ; néanmoins depuis trente ans que s'est produit le relèvement

Digitized by Google

de la natalité, l'excès des naissances sur les décès, qui cependant n'a point cessé de se produire, est moindre (sauf pour deux communes) qu'il n'était dans la première moitié du siècle.

Ce n'est donc pas sur des progrès de cette nature qu'il faut compter pour la guérison de l'oliganthropie française. Quelle que soit la paresse d'esprit du public et sa répugnance à s'occuper de cette plaie sociale, il est certain qu'elle ne se cicatrisera pas sans une intervention énergique et prolongée du législateur éclairé par les lumières de la démographie.

M. BOSTEAUX-PARIS

à Cernay-les-Reims.

DÉCOUVERTE DE SÉPULTURES DE L'ÉPOQUE HALLSTATTIENNE ET TUMULUS DES ENVIRONS DE REIMS

— Séance du 11 août 1894 —

Recherchant des documents pour établir la monographie archéologique du canton de Bourgogne (Marne), le 29 avril dernier, je dirigeai mes recherches vers les collines crayeuses du mont d'Aussonce, formant un vaste plateau servant de ligne de partage entre la vallée de la Suippe et celle de la Retourne.

Cette colline, boisée de sapins, appartient à quatre communes : 1° vers l'ouest celle de Warmériville et d'Heutrégiville, à l'est celle d'Aussonce et au nord celle du Mesnil-Lépinois (Ardennes).

La route romaine de Reims à Trèves traverse cette colline en se dirigeant vers l'est. Une ancienne voie gauloise la coudoie pendant près de cinq kilomètres, c'est le chemin actuel de Reims à Juniville, passant au hameau de Vaudétré sur la Suippe. Là a dû exister un passage à gué avant la construction d'un pont à l'époque romaine.

Ma première excursion avait pour but de reconnaître la topographie du sol et les indices encore existants des lieux de résidence de nos races primitives, ce qui ne fut pas difficile à constater au premier abord, car le chemin de Juniville creusé dans la craie par le ravinement laisse voir, à chaque instant, des taches noires que le sondage nous indique comme

Digitized by Google

foyers d'habitation; ces foyers étant très nombreux je devais trouver, dans le voisinage, des cimetières.

Dans cette première excursion je fis la reconnaissance d'un tumulus désigné sous le nom de Motelle de Warméviville; ce tumulus se trouve à un kilomètre à l'est de Vaudétré; il est situé entre le chemin de Juniville et la voie romaine; il a comme dimension 18 mètres de diamètre sur $2^m,50$ de hauteur du sol naturel, au sommet de la butte.

M'étant mis en relation avec M. Jules Courty, le propriétaire de ce tumulus, il se mit de suite à ma disposition avec amabilité; nous décidâmes de continuer une tranchée qu'il avait déjà commencée pour couper la Motelle; nos recherches restèrent infructueuses. Cette butte, formée de terre végétale, repose tout à fait sur le sol crayeux; nous n'avons trouvé dessous aucune excavation, ni aucune sépulture, sauf quelques débris de poteries dans la terre composant la butte; nos recherches étant infructueuses nous sondâmes autour du tumulus, sur un rayon de 40 mètres, et nous trouvâmes, du côté nord, un groupe de sépultures dont la totalité fouillée jusqu'ici s'élève à une quarantaine de tombes.

Elles ont ceci de particulier, c'est qu'elles sont très étroitement creusées dans un tuf crayeux, ayant en moyenne $0^m,40$ de largeur sur 1 mètre de profondeur. Le squelette est ordinairement recouvert d'une petite couche de terre noire de $0^m,10$, et le reste est comblé avec de la grève, mélangée de craie fortement serrée, ce qui rend le sondage extrêmement difficile tant que cette couche n'est pas percée jusqu'à la terre noire.

La moitié de ces tombes est orientée du nord au sud, c'est-à-dire la face regardant la Motelle et cette orientation est particulière aux tombes dont le squelette ne porte pas de parures; ce sont, par conséquent, des tombes d'hommes. Dans toutes celles qui sont orientées de l'ouest à l'est, les squelettes sont en partie ornés de parures. En général, presque tous les ossements sont pourris et réduits en poussière spongieuse de couleur violette; néanmoins j'ai pu recueillir quelques crânes et os longs pour nos laboratoires anthropologiques.

MOTELLE DE WARMÉRIVILLE. — FOUILLE DU CIMETIÈRE

Février 1889. Tombe 1. — Découverte, par M. Jules Courty, d'un torque en bronze en établissant un terrier à lapins; il garda ce torque chez lui pendant cinq ans sans en connaître l'importance; fort heureusement il en fit don au musée scolaire d'Heutrégiville. Ce torque, en bronze creux, mesure 22 centimètres de diamètre, le tube, large de 2 centimètres et demi de diamètre, était réuni des deux bouts par un rivet.

16 mai 1890. Tombe 2. — A 40 mètres au nord de la Motelle, fouille d'une tombe profonde de 40 centimètres; un squelette, les jambes relevées presque à fleur du sol; aucun mobilier dans la tombe.

Digitized by Google

Tombe 3. — A 52 mètres au nord de la Motelle : tombe orientée de l'ouest à l'est, squelette pourri, un vase à boire et les débris d'un autre vase orné de dessins fait au peigne.

Tombe 4. — A 29 mètres au nord, tombe orientée ouest-est, partie supérieure du corps violée, le torque ayant été enlevé. Au bras gauche, un bracelet en bronze orné de dessins en intaille représentant des dents de loups; au bras droit, quatorze bracelets armilles; fragments de vases peints en violet et ornementés à l'ébauchoir.

13 mai 1894. Tombe 5. — A 42 mètres au nord de la Motelle, fouille d'une tombe profonde de 50 centimètres sur 30 de largeur, orientée ouest-est : squelette portant un torque en fer, deux bracelets armilles au bras gauche et quinze bracelets armilles en bronze au bras droit, absence de vase, craie serrée sur le squelette.

Tombe 6. — A 39 mètres au nord de la Motelle : tombe de 60 centimètres de profondeur, un crâne conservé, pas de mobilier.

Tombe 7. — A 45 mètres au nord de la Motelle, une incinération d'adulte, dans un trou carré de 25 centimètres de large sur 30 de profondeur; terre noire recouvrant un torque creux en bronze de 14 centimètres de diamètre, deux bracelets en bronze du type Hallstatt; l'un de ces deux bracelets reposait dans le torque, l'autre se trouvait dans une petite coupe à un aileron en forme de lampe. Ces objets recouvraient la mâchoire de l'enfant garnie de belles petites dents oxydées par le bronze. De la combustion il ne restait que la mâchoire inférieure et les clavicules.

Tombe 8. — A 12 mètres au nord de la Motelle, sur le bord du chemin de Juniville : une tombe d'homme, orientée du nord au sud, le squelette regardant la Motelle; mobilier, deux vases apodes près de la tête.

20 mai 1894. Tombe 9. — A 22 mètres au nord de la Motelle, une sépulture orientée de l'ouest à l'est comprenait pour mobilier deux vases brisés, un squelette presque pourri; le crâne a été conservé.

14 juin 1894. Tombe 10. — A 23 mètres au nord de la Motelle : sépulture orientée du nord au sud, le squelette regardant le tumulus, fosse profonde de 50 centimètres; mobilier, un torque en fer mesurant 16 centimètres de diamètre et vingt et un armilles à chaque bras.

Tombe 11. — Se trouve à 51 mètres au nord de la Motelle. Cette sépulture était orientée du nord au sud ; elle renfermait comme mobilier, 1° un vase apode; 2° un torque en bronze de 15 centimètres de diamètre, avec petit tampons en boules; 3° deux bracelets en lignite de 4 centimètres de hauteur sur 8 centimètres de diamètre; 4° une jolie fibule en bronze à double ressort; elle est terminée à sa base par un cabochon dans lequel se trouve sertie une petite pierre.

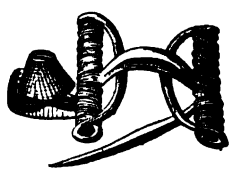


Fig. 1.

Digitized by Google

Tombe 12. — A 18 mètres de la Motelle, au nord. Cette sépulture renfermait un squelette dont on a pu recueillir le crâne et les os longs, il était accompagné d'une assiette en terre noire cassée en plusieurs morceaux.

17 juin 1894. Tombe 13. — A 50 mètres au nord de la Motelle, sépulture en partie violée, renfermant encore un bracelet en bronze et la moitié d'un autre.

14 juillet 1894. Fouille faite par un nommé Goyon qui s'était présenté de ma part à M. J. Courty, ce qui était faux. — D'après M. Courty, cet individu aurait trouvé ce qui suit :

Tombe 14. — Sépulture orientée de l'ouest à l'est, renfermant un poignard en fer avec gaine en bronze formée de deux plaques.

Tombe 15. — Sépulture de femme ayant à chaque bras vingt-sept bracelets armilles dont vingt intacts et un torque en bronze.

15 juillet 1894. Tombe 16. — Sépulture de guerrier, lequel avait son épée en fer.

Tombe 17. — Sépulture de femme; mobilier, un torque, deux bracelets.

SUITE DU RÉSULTAT DE MES FOUILLES

16 juillet 1894. Tombe 18. — Sépulture ayant pour mobilier deux grands vases et une petite coupe plate.

Tombe 19. — Squelette portant comme amulette un anneau de fer dans lequel se trouvent passés un caillou troué, un anneau en bronze et un grain d'ambre percé pour introduire un fil.

28 juillet 1894. Tombes 20, 21, 22. — Sépultures sans mobilier.

Tombe 23. — Sépulture orientée de l'ouest à l'est, toujours au nord de la Motelle ; le squelette portait un torque en fer, deux bracelets en fer au-dessus du coude droit, trente et un bracelets armilles à chaque avant-bras, plus un petit vase apode cassé.

FIG. 2.

Tombe 24. — Sépulture de guerrier, dont le mobilier se composait d'un poignard en fer avec fourreau en fer, replié intentionnellement, deux lances en fer en forme de feuille de laurier, un grand couteau en fer.

Tombe 25. — Sépulture de femme ayant pour mobilier un torque en fer, deux bracelets en lignite, une fibule en bronze et trois vases en terre noire de facture très grossière.

Tombe 26. — Sépulture de guerrier; le mobilier de la tombe se composait d'une épée en fer dans son fourreau, le tout replié intentionnellement; la poignée de

Digitized by Google

cette épée est en os, laquelle est ornée de dessins ciselés représentant le signe du soleil; deux lances se trouvaient aussi sur la droite du squelette; ces armes ont été artistement travaillées et elles sont très jolies de forme.

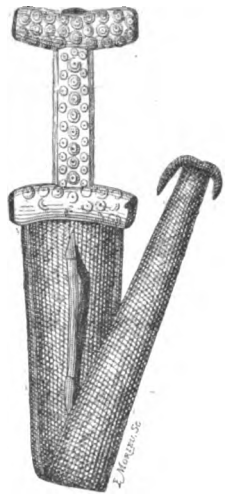


FIG. 3.

LA MOTELLE D'AUSSONCE

A 3 kilomètres plus à l'est, sur le plateau de la colline d'Aussonce, entre le chemin de Juniville et la voie romaine, existe encore un tumulus très bien conservé.

Il mesure 28 mètres de diamètre sur $2^m,50$ de hauteur. Sur son sommet se trouve la borne séparative des départements de la Marne et des Ardennes.

Deux tranchées faites dans cette butte jusqu'au sol naturel ne nous révélèrent aucun indice de sépulture; mais en sondant autour de la butte, nous rencontrâmes au nord, comme à la Motelle de Warmériville, un groupe de sépultures.

Il se composait de quatre tombes distantes des tumulus de 20 à 40 mètres.

FOUILLES DE LA MOTELLE D'AUSSONCE

La Motelle d'Aussonce a encore, comme dimensions, 24 mètres de diamètre et $2^m,50$ de hauteur du sol naturel au point culminant sur lequel se trouve plantée la borne séparative de la Marne et des Ardennes. Ayant pratiqué deux tranchées dans cette butte, nous ne rencontrâmes aucune sépulture. Comme à Warmériville, nous continuâmes nos recherches autour du tumulus.

Digitized by Google

Tombe 1. — A 22 mètres de la Motelle, le sondage me fit découvrir une sépulture. Elle était orientée de l'est à l'ouest, les ossements étaient complètement pourris. Cette tombe n'avait que 40 centimètres de profondeur et 2 mètres de long sur 35 centimètres de large, elle était très bien taillée dans le tuf. La bêche me fit découvrir deux jolis bracelets en bronze

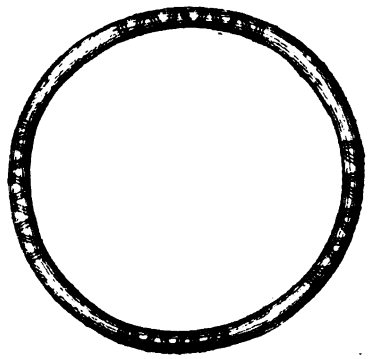


FIG. 4.

ornés d'une belle patine verte; ces bracelets, en forme d'anneaux coulés, sont ornés de belles ciselures en dents de loups, décoration particulière à l'époque du Hallstatt; au cou se trouvait un torque en bronze en torsade garni de deux petits tampons. Dans le crâne, qui était en partie conservé, se trouvait une petite rondelle en bronze, percée d'un trou rond au centre, lequel se trouve entouré de cercles.

Tombe 2. — A 2 mètres de la première tombe s'en trouvait une autre ayant la même orientation et profonde de 1m,20. Elle était remplie de terre noire, le squelette était assez bien conservé; sur le crâne, qui a pu être recueilli, se trouvait un vase en terre noire de forme grossière; ce vase contenait un os de cuisse de porc. Cette tombe renfermait également d'autres vases brisés.

13 juin 1894. Tombe 3. — A 27 mètres au nord-est de la Motelle, le sondage nous indique une autre tombe orientée de l'est à l'ouest, profonde de 50 centimètres; le squelette était complètement décomposé en poussière violette. Un vase à pied, de forme évasée, haut de 20 centimètres, se trouvait près de la tête, le squelette ne portait aucun ornement.

Tombe 4. — A 22 mètres au nord de la butte, autre tombe, squelette assez bien conservé, deux vases se trouvaient sur la tête : l'un d'eux, intact, mesure 15 centimètres de haut sur 13 centimètres de large, l'autre était brisé. Cette tombe reposait sur un terrain mouvant dont nous fîmes la fouille jusqu'à 3 mètres de profondeur; cette excavation était remplie de chaux de craie.

Au fond de cette excavation se trouvait dissimulée l'entrée d'un souterrain se dirigeant dans la direction du tumulus; nous avons déjà signalé un fait semblable qui existe à Cauroy-les-Machault (Ardennes).

Ces tumulus et ces excavations dissimulées nous rapprochent de la civilisation égyptienne.

Digitized by Google

CONCLUSION

Le mobilier de ces deux cimetières accompagnant des tumulus nous indique la présence, en ces parages, d'une tribu hallstattienne bien caractérisée par les torques creux en bronze, les armilles, les bracelets en bronze coulé et gravé d'intailles en dents de loups, ainsi que par les petites fibules d'un genre tout particulier qui se rattache bien à l'industrie de cette époque et qui n'a rien de particulier à l'industrie gauloise marnienne.

Malheureusement, la pièce la plus caractéristique, que j'aurais été heureux de rencontrer, a été découverte par un individu peu délicat qui s'est introduit dans nos fouilles en s'adressant en mon nom et à mon insu au propriétaire du sol, M. Jules Courty; cette pièce est un poignard en fer de 25 centimètres de long avec fourreau en bronze formé de deux lames.

En général, la poterie y est bien caractérisée par les vases apodes et les petites casses en terre noire à un aileron, le tout fait grossièrement à la main.

Jusqu'ici je n'ai constaté qu'une seule incinération, celle de l'enfant portant le torque creux avec ses deux bracelets. Nous avons remarqué aussi que le lignite était employé comme parure.

Dans la fouille d'un foyer au lieudit le Bataillon-Carré, la terre noire de ce foyer était remplie de petits cubes de fer météorique; ce fer natif avait été ramassé à la surface du sol par les peuplades de l'époque du Hallsttat; comme le fer était à cette époque un métal précieux et que, dans nos contrées, il n'y existait pas de mine de fer, quand ils avaient une certaine quantité de lingots, ils les fondaient dans un creuset et, avec le fer pur, ils fabriquaient des parures ou des armes.

L'industrie du Hallstatt est très rare dans la Marne et surtout dans l'arrondissement de Reims; ces tribus, qui habitaient principalement le sud-est de la France, doivent être venues s'établir jusque sur les bords de la Suippe par les Ardennes, en contournant par l'est les grandes plaines champenoises habitées par le Gaulois marnien.

Ces tumulus ne contenant pas de sépultures — à moins qu'elles n'aient été violées? — servaient-ils à dépister les tombes aux recherches des violateurs ou étaient-ils élevés exclusivement pour servir de point de réunion à ces tribus afin de célébrer leur rite religieux? Ce qu'il y a de particulier, c'est que les sépultures de la Motelle de Warmériville, comme celle d'Aussonce, sont placées à distance au nord de ces buttes et qu'une partie de ces tombes est orientée regardant ces Motelles. Pourquoi le nord? Était-ce le signe du repos de la nature, comme le midi serait le signe vivifiant de la vie ?

Digitized by Google

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de Laboratoire au Collège de France, à Paris.

LE POLISSOIR DE SAINT-CYR-DU-BAILLEUL (MANCHE) OU « PIERRE QUI COUPE LA FIÈVRE »

— Séance du 11 août 1894 —

Ce polissoir, dont j'ai l'honneur d'entretenir aujourd'hui la Section d'Anthropologie, a déjà été l'objet d'un travail paru en 1881 dans le *Bulletin de la Société des Antiquaires de Normandie* (1). Aussi je ne retiendrais pas quelques instants votre attention, si la notice que M. Henry Moulin a publiée à ce sujet ne comportait, malgré tout le soin avec lequel elle a été faite, certaines erreurs et dans sa description et dans le dessin qu'il en a donné. Aussi, pour plus de fidélité, ai-je tenu à en faire faire la photographie dont la reproduction accompagne ici ma communication *(fig. 1)*.

Le polissoir de Saint-Cyr-du-Bailleul ou *Pierre de Saint-Martin*, dont je vous rappellerai plus loin la légende, nommé encore *Pierre qui coupe la fièvre*, — j'en dirai aussi tout à l'heure le motif, — m'a été signalé, pour la première fois, par M. Deïs, conservateur des hypothèques à Domfront (Orne), certain jour de janvier 1893, alors que, passant dans cette ville, je visitais sa collection d'objets préhistoriques. Ignorant alors, ainsi que mon hôte d'ailleurs, que cette pierre avait été décrite antérieurement, je me serais rendu avec lui le lendemain même au lieu où elle se trouvait, c'est-à-dire à une dizaine de kilomètres de Domfront, mais la terre était à ce moment couverte d'un manteau de neige d'une telle épaisseur que nous eussions fait une course à peu près inutile. Force me fut, par suite, d'en remettre l'étude à un voyage ultérieur.

C'est l'année suivante, le 13 février dernier, que je fis l'excursion de Saint-Cyr-du-Bailleul, non pas avec M. Deïs qui ne put m'accompagner, mais avec un de mes amis, M. Jules Appert, archéologue de Flers des plus érudits. C'est aussi quelques jours plus tard seulement que j'ai eu connaissance, par celui-ci, de la notice de M. Henry Moulin, parue

(1) *Notice sur la Pierre Saint-Martin, de Saint-Cyr-du-Bailleul*, par M. Henry Moulin, membre de la *Société des Antiquaires de Normandie*, 1881.

Digitized by Google

douze ans auparavant. Depuis l'étude que j'ai faite de ce polissoir, un autre archéologue de Flers, M. E. Foucault, l'a étudié également et, de plus, son neveu, M. Alfred Quillard, en a fait une photographie, celle-là même que j'ai l'honneur de présenter aux membres de la Section d'Anthropologie, avec une autre photographie, que M. le Dr Cachet (de Domfront) a bien voulu prendre, il y a peu de mois, à mon intention aussi.

La *Pierre de Saint-Martin*, de Saint-Cyr-du-Bailleul, ou *Pierre qui coupe la fièvre* est, en réalité, un véritable polissoir. Elle en présente tous les caractères avec ses rainures plus ou moins profondes. Elle est située dans le pré Clairet (1), grand pré bordé de haies de tous côtés et transformé en marécage par son propriétaire, comme d'habitude à cette époque

FIG. 1. — Polissoir de Saint-Cyr-du-Bailleul.

de l'année, en détournant les eaux d'un petit ruisseau affluent de la Sélune. Ce pré se trouve sur le territoire du village de la Gévraisière, commune de Saint-Cyr, canton de Barenton (Manche), sur les confins pour ainsi dire de ce département et de celui de l'Orne, enfin à un kilomètre et demi environ de la station de Saint-Cyr-Saint-Mars (ligne du chemin de fer de Domfront à Avranches).

Le polissoir de Saint-Cyr est un bloc de quartzite de forme cubique, dont la face supérieure, qui présente une inclinaison assez prononcée et de direction nord-sud, est irrégulière, ses bords ayant dû être, en certains points, fortement entamés, notamment dans la partie sud-ouest, par le marteau des pèlerins qui allaient y chercher leur propre guérison ou la

(1) Ce pré est « une ancienne lande inscrite sur le plan cadastral A, n° 593, sous le nom de *Lande Saint-Martin* » (Note de M. H. MOULIN.)

Digitized by Google

guérison de quelqu'un des leurs. Cette surface pourrait être inscrite dans un quadrilatère ayant 1m,10 de largeur sur 1m,20 de longueur.

Quant à sa hauteur, elle dépasse 2m,50; en effet, elle émerge du sol sur une hauteur maxima de 49 centimètres et minima de 36 centimètres, tandis qu'une fouille, faite au pied même de la pierre et poussée jusqu'à 2 mètres de profondeur, a montré qu'elle s'enfonçait plus encore dans le sol. Enfin, son orientation est, comme le montre le dessin ci-dessous : sud-ouest, nord-est, tandis que ses rainures se dirigent sensiblement du sud au nord. Celles-ci sont au nombre de *seize*, chiffre assez considérable relativement aux dimensions de la pierre, aussi couvrent-elles les trois quarts de la face supérieure. Elles suivent toutes une direction à peu près parallèle, mais elles n'affectent pas les mêmes dimensions : les unes, les plus petites, mesurant 14 centimètres de longueur, les plus grandes

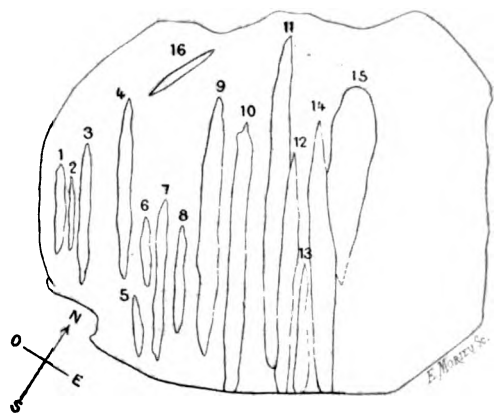


Fig. 2. — Rainures du polissoir.

mesurant 88 centimètres. Voici, du reste, les longueurs respectives de chacune d'elles prises par moi avec MM. Appert et E. Foucault : ces rainures sont numérotées sur le dessin ci-joint de gauche à droite, c'est-à-dire en allant du sud-ouest au nord-est, si ce n'est celle qui porte le numéro 16 en raison de sa direction différente des autres. Leurs longueurs sont exprimées ci-dessous en centimètres.

Numéros. .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Longueurs.	26	17	41	49	14	19	45	28	70	71	88	63	36	72	51	20

Relativement à la largeur, le numéro 15 est la plus grande, elle mesure près de 16 centimètres à son extrémité nord où la rainure n'existe pour ainsi dire plus, se trouvant remplacée par une surface plane parfaitement polie. Quant à la plus profonde, elle mesure 32 millimètres et demi. J'ajoute que ces rainures, ainsi qu'on peut le voir sur la figure 2, se

Digitized by Google

touchent presque toutes ; que deux d'entre elles (nos 11 et 12) se confondent même dans une partie de leur étendue et que les nos 14 et 15 sont également en contact immédiat par un bord commun. Enfin, on peut remarquer aussi que plusieurs d'entre elles (10, 12, 13, 14) ne sont plus entières, la pierre ayant été brisée à une certaine époque un peu au-dessus du point où elles se terminent.

Tel est le polissoir de Saint-Cyr ; il ne nous reste plus qu'à rapporter brièvement les légendes qui s'y trouvent attachées de temps immémorial.

Tout d'abord, nous avons la légende de saint Martin. « On suppose que saint Martin venait nuitamment visiter la pierre qui porte son nom et qu'à l'exemple de saint Benoît, il se reposait sur une roche voisine de même nature, laquelle lui servait de lit. » Quant aux rainures plus ou moins profondes, elles ne seraient autres, d'après les uns, que des entailles produites par les coups d'épée « que dut lui donner saint Martin, ce grand destructeur des monuments druidiques dans la Touraine, que l'on représente toujours armé de l'épée en sa qualité d'ancien légionnaire romain ». D'après les autres, elles seraient les empreintes laissées par le fléau de saint Martin venant battre son grain sur ladite pierre.

Une seconde légende correspond au surnom que notre polissoir a reçu, c'est-à-dire de *Pierre qui coupe la fièvre*. Ce surnom même nous indique que la pierre devait être un but de pèlerinage.

En effet, pendant bien des siècles et aujourd'hui encore, nous racontait, il y a quelques mois, certain jeune paysan que nous avions rencontré dans le voisinage, les habitants de la contrée, dès qu'ils tombaient malades, se rendaient à la pierre Saint-Martin, ou, s'ils n'en avaient pas la force, y envoyaient en leur lieu et place un parent ou un ami quelconque, invoquer le saint dont elle porte le nom, dans les conditions suivantes : l'individu malade se rendait à la prairie où se trouve le polissoir ; dès qu'il avait franchi la haie qui la sépare des prés voisins, il devait se rendre directement à la pierre sans en détourner la vue et surtout en observant le silence le plus complet. Arrivé au polissoir, il déposait une pièce de monnaie sur la pierre, faisait son invocation, puis continuait son chemin, marchant toujours droit devant lui, sans se retourner et sans dire le moindre mot, jusqu'à ce qu'il ait atteint l'extrémité du pré opposée à celle par laquelle il était entré. De là, il devait regagner directement aussi sa demeure où, dès son arrivée, il recouvrait la santé. Dans le cas où son état maladif ne lui aurait pas permis de faire lui-même le pèlerinage, tout parent ou ami pouvait le faire en son lieu et place, non seulement en observant les mêmes indications, mais en ayant soin, de plus, dès la pièce de monnaie déposée, de casser un fragment de la pierre pour le rapporter au malade, le mettre aussitôt dans un verre d'eau, l'y

Digitized by Google

laisser pendant vingt-quatre heures et donner ensuite ledit verre d'eau à boire au malade. Dès le lendemain, celui-ci était guéri.

Notre guide, un jeune garçon du hameau de la Renardière, nommé Lévêque, nous a raconté, avec le plus grand sérieux, qu'il avait fait plusieurs fois le pèlerinage, d'abord pour sa propre mère, dont un érysipèle avait été ainsi guéri en deux jours, puis pour lui-même, pour certains maux de tête violents dont il avait été guéri aussi immédiatement.

Le même garçon nous a dit que plusieurs haches polies, — des pierres de tonnerre, comme il les appelait, — avaient été trouvées depuis quelques années dans les prés voisins du polissoir et qu'elles étaient gardées par une de ses tantes comme de précieux talismans.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris.

NOUVELLES RECHERCHES ANTHROPOLOGIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES DANS LA DORDOGNE

— Séance du 11 août 1894 —

J'ai l'honneur de présenter à la Section les résultats des nouvelles recherches à la fois anthropologiques, paléontologiques et archéologiques que j'ai entreprises dans le département de la Dordogne en 1892, grâce à la subvention que l'Association française m'a accordée, cette même année, sur le legs Girard, et que j'ai poursuivies jusqu'à ce jour à l'aide d'un personnel d'ouvriers, toujours le même, que j'ai dressé à ce genre de fouilles. Celles-ci ont été faites constamment en ma présence, sauf à de rares instants, travaillant aussi, du reste, moi-même, pioche en mains la plupart du temps, afin qu'il ne puisse se produire aucune confusion, aucun mélange entre les diverses couches que l'on pourrait rencontrer.

Ce travail, dont je désire vous donner lecture, n'est qu'une étude sommaire, le résumé d'un Mémoire, que son étendue ne permettrait pas d'insérer dans le compte rendu annuel de nos sessions, et qui, d'ailleurs, n'est pas encore terminé, non seulement parce que mes dernières fouilles

Digitized by Google

remontent à moins de trois mois — mai 1894 — et ne sont pas finies, mais encore et surtout parce que la quantité de matériaux recueillis dans les différents gisements que j'ai explorés pendant ces trois années est telle que leur étude exige encore plusieurs mois d'un travail assidu pour leur détermination.

Les gisements que j'ai fouillés dans le département de la Dordogne en 1892, 1893 et 1894 (avril et mai), sont au nombre de neuf. Les uns appartiennent à l'époque quaternaire, géologiquement parlant, et sont paléolithiques si on les considère au point de vue archéologique ; les autres appartiennent aux temps géologiques modernes et sont néolithiques.

I. — Époque quaternaire.

Ce sont les grottes des Combarelles, la grotte Rey, la grotte de la Fontaine et l'Abri-sous-roche de Cro-Magnon que j'ai repris au point où les célèbres squelettes humains, décrits par Broca, furent découverts en 1868, et au-dessous même de la couche qui les renfermait ; enfin, peut-être aussi la grotte Gondran ; je dis « peut-être » ayant dû me borner, jusqu'à présent, à y pénétrer, à la parcourir sur une certaine étendue et à donner çà et là quelques coups de pioche, afin d'en reconnaître l'importance, tout mon temps ayant été pris par l'exploration des gisements ci-dessus mentionnés.

A. Grottes des Combarelles. — Ces grottes, dites encore grottes de Tounialou, et dont l'entrée, fermée par une cloison en planches avec porte, est en CD *(voir le plan 1, fig. 1)*, sont situées, à droite et au fond du vallon des Combarelles, vallon assez large, mais très court, qui s'ouvre sur la route de Tayac à Sarlat.

Elles sont précédées par une sorte de grand porche ou vestibule (E), aujourd'hui de plain-pied avec le vallon et long de 10 mètres sur 8 de largeur, qui sert actuellement de grange et d'écurie (F), et d'où elles partent, en divergeant, l'une à gauche (B), qui semble n'avoir jamais été habitée, — le sol nous a paru ne renfermer aucun dépôt ossifère, — l'autre à droite (A), qui a été occupée par l'homme quaternaire à l'époque magdalénienne et qui, par suite, est la seule qui présente un véritable intérêt.

Le sol de cette dernière est actuellement à 4 mètres au-dessus du niveau de la vallée et l'on n'y peut accéder qu'à l'aide d'une échelle.

J'ai fouillé la grotte A dans la plus grande partie de son étendue, depuis l'entrée qui mesure $2^{m},50$ de largeur jusqu'au fond ; il ne me reste plus guère qu'à donner quelques derniers coups de pioche dans la partie la plus reculée, à détacher encore des parois des fragments de brèche dure et solidement soudés au rocher et à faire passer au crible fin une centaine de mètres cubes de la terre que j'ai déjà explorée une première fois, afin de ne perdre aucun des petits ossements, des petites dents et autres petits objets qui m'auraient échappé dans un premier criblage.

Digitized by Google

Sa longueur est de 27m,15, dont tout d'abord 5m,50 à peu près en ligne droite; après quoi elle se rétrécit et n'offre plus que 1m,50 de largeur et s'incurve presque perpendiculairement en formant une anse de 12m,15 de longueur qui se termine dans un couloir, à son tour perpendiculaire à elle, parallèle par conséquent à la première partie et long de 9m,50. Sa plus grande largeur est de 3m,85.

La surface du sol avait été malheureusement quelque peu bouleversée, il y a sept ans environ, par des fouilles faites çà et là, sans aucune méthode, par quelque collectionneur-amateur. Néanmoins j'ai rencontré de nombreux foyers vierges de toutes fouilles, dans lesquels, par suite, je puis être certain de la contemporanéité des pièces que j'y ai trouvées. De plus, j'ai pu, en maints endroits, détacher des parois de la grotte, de nombreux morceaux

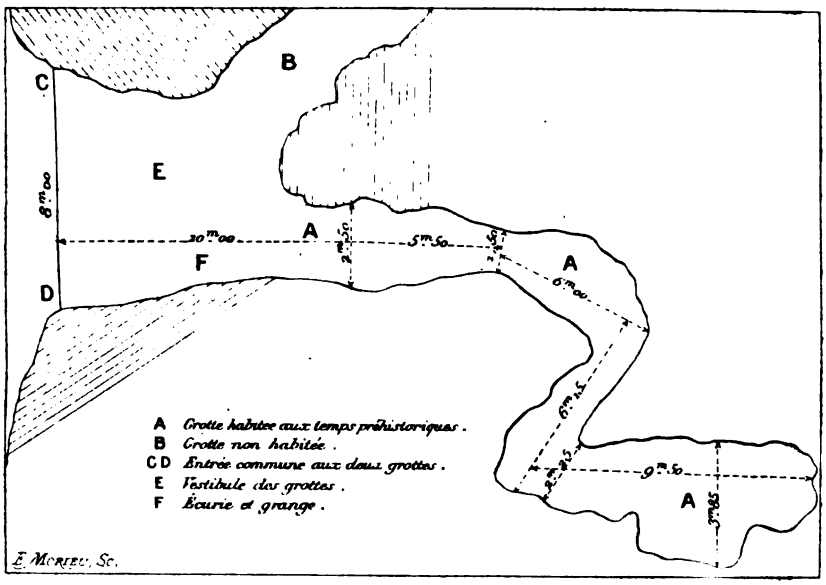


FIG. 1. — Plan des grottes des Combarelles.

de brèche plus ou moins volumineux, souvent très durs, renfermant, en plus ou moins grande quantité, des dents et des os d'animaux, des silex taillés et des os gravés dont les pièces les plus importantes figurent sur la planche ci-jointe *(Pl. X)*.

Quoi qu'il en soit, les fouilles que j'ai pratiquées dans la grotte des Combarelles m'ont donné une récolte abondante, soit comme faune, soit comme produits de l'industrie de l'homme.

Cette faune, en effet, est nombreuse par les restes d'animaux qui la composent, plus peut-être que par la variété des espèces auxquelles ces restes appartiennent, autant du moins que leur étude, non terminée, me permet de le dire (1). Je puis citer, toutefois, dès maintenant, des Chéiroptères *(Vespertilio)*, des Insec-

(1) Je ne l'achèverai, de façon à en donner la nomenclature complète, que lorsque la grotte sera entièrement vidée et le dernier mètre cube de terre criblé.

Digitized by Google

tivores *(Erinaceus, Talpa)*, des Carnassiers *(Ursus, Canis, Hyœna, Felis)*, des Rongeurs *(Mus, Lepus)*, des Pachydermes *(Rhinoceros tichorhinus, Equus, Sus)*, des Ruminants *(Tarandus rangifer, Cervus, Capra primigenia, Bos)*, puis de nombreux Oiseaux, quelques Reptiles (Batraciens), enfin des Poissons *(Salmo)* et quelques mollusques, notamment des *Helix*. De tous ces animaux, les plus importants pour la détermination de l'époque de la grotte des Combarelles sont certainement le *Rhinoceros tichorhinus*, le Renne *(Tarandus rangifer)*, la *Capra primigenia*, tandis que ceux dont les restes sont le plus abondants, sont les Ruminants (Cerf, Renne et Chèvre primitive), les Équidés, les Rongeurs, les petits Carnassiers et les Oiseaux.

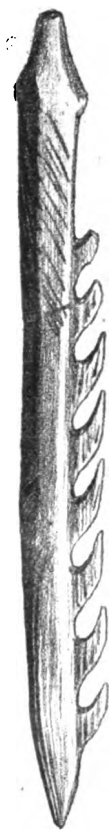


Fig. 2.
Harpon barbelé.
(Gr. nat.).

La grotte A des Combarelles m'a donné, au point de vue de l'industrie de l'homme :

a) Une quantité considérable de silex taillés qui peut se chiffrer par milliers, silex magdaléniens, tels que burins, grattoirs simples et doubles, lames, pointes, pointerolles, nucléus, etc.;

b) Des os gravés de traits en assez grand nombre, des armes et des instruments en os, notamment :

1° Deux harpons barbelés en bois de Renne, dont l'un, entier, fort beau, long seulement de 11 centimètres et gravé de traits sur ses deux faces, est encore engagé dans la brèche dans laquelle je l'ai découvert et ai tenu à l'y laisser jusqu'à présent, afin de lui conserver toute son authenticité. Il est barbelé d'un seul côté *(Fig. 2)*, et ses barbelures finement sculptées, au nombre de huit, sont aussi gravées de traits. Il présente une très grande analogie avec celui qui a été trouvé dans un des abris sous roche de Bruniquel par M. Lucien Brun et qui figure sous le numéro 183 de la planche XXV du *Musée préhistorique* de MM. G. et A. de Mortillet. Le second harpon est à double rang de barbelures grossièrement taillées; il n'est pas entier; il est aussi orné de traits gravés sur l'une de ses faces et mesure, tel qu'il est, 0m,17 de longueur *(Pl. X, fig. 7)*.

2° De nombreux fragments d'aiguilles, dont plusieurs sont pourvues de leur chas *(Pl. X, fig. 1)*.

3° Des pointes de flèches, de traits ou de sagaies *(Pl. X, fig. 2)*.

4° Des poinçons.

5° Enfin des os gravés, parmi lesquels je citerai principalement : Un scapulum de Cervidé *(Fig. 3)*, remarquable par les curieux dessins dont il est gravé et parmi lesquels on distingue, malgré la confusion des traits, des croupes d'animaux divers et des ramures de Renne ; des rondelles en os, très minces, gravées de nombreux traits dirigés en tous sens et parfois s'entre-croisant. L'une d'elles notamment devait être portée comme amulette ou fétiche ; elle est percée de trois trous dont l'un, central, et les deux autres, à droite et à gauche *(Pl. X, fig. 3)*, sont à peu près sur le même diamètre ; je l'ai extraite avec les plus grandes difficultés de la brèche dans laquelle elle se trouvait ; un très beau petit poinçon double, entier, légèrement aplati, gravé aussi sur ses deux faces et dans la partie la plus large, de traits plus profonds, à peu près équidistants *(Pl. X, fig. 4)*.

6° Des fragments osseux, notamment des canons de Cervidés, sur lesquels on

Digitized by Google

a enlevé un certain nombre d'esquilles destinées à être converties en aiguilles *(Pl. X, fig. 5)*.

7° Un petit cube en grès, véritable polissoir, sur plusieurs faces duquel on

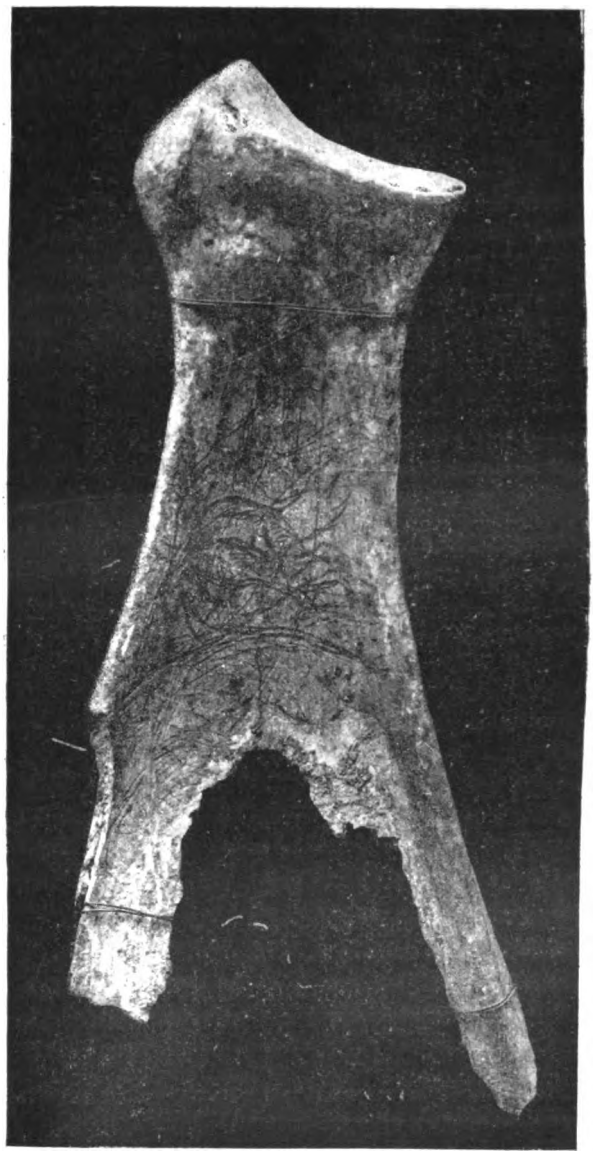


FIG. 3. — Scapulum de Cervidé gravé de traits. (Gr. nat.).

aperçoit des sillons ou rainures entre-croisés, profonds, qui démontrent qu'il a dû servir à polir et à aiguiser aiguilles et poinçons *(Fig. 4)*.

8° Une canine de Renne, percée d'un trou de suspension, pour être portée comme bijou ou trophée de chasse *(Pl. X, fig. 6)*.

Digitized by Google

9° Une base de harpon ornée de quelques traits; deux petits os sésamoïdes curieusement gravés; une extrémité de cubitus d'oiseau (genre *Aquila*) percée d'un trou de suspension et parsemée de nombreux traits; l'extrémité d'un instrument en os ornée de traits formant chevrons *(Pl. X, fig. 8, 9, 10, 11, 12)*; enfin une très belle pointe de sagaie cylindrique et pointue à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre est taillée à double biseau *(Fig. 4)*.

FIG. 4. — Polissoir en grès. (Gr. nat.).

Tous ces divers objets : ossements et dents d'animaux, silex taillés, armes, outils et ornements en os, ne peuvent que s'augmenter par les dernières fouilles que je vais reprendre dans quelques jours, pour terminer complètement la grotte des Combarelles et communiquer l'année prochaine, au Congrès de Bordeaux, la fin de mes recherches dans ce gisement.

B. GROTTE REY.— Cette grotte est, comme la précédente, dont trente à quarante mètres de distance seulement la séparent, située dans le vallon des Combarelles, mais à l'entrée, tout près de la route de Sarlat. Comme sa voisine, elle s'ouvre à l'est. La surface du sol en a été un peu remuée dans certains points par les individus qui ont pu y pénétrer, sans pourtant qu'elle paraisse avoir été l'objet d'aucune fouille véritable, d'où l'intérêt plus grand, puisqu'il me sera possible ainsi d'en faire l'étude complète lorsque l'exploration en sera terminée.

L'entrée en était assez bien masquée par des broussailles, pour que je n'en aie connu l'existence que l'année dernière. Tout d'abord elle paraissait d'une faible étendue, mais à force de creuser devant nous, mes ouvriers et moi, nous sommes arrivés à une profondeur, en ligne plus ou moins droite, c'est-à-dire à une distance de l'ouverture de la grotte de $51^{m},50$ et sans en avoir certainement encore atteint le fond. Mais sur ces $51^{m},50$, le temps ne m'a permis d'en explorer, jusqu'à présent, que 33 mètres environ. Il me reste donc 18 mètres *au moins* à fouiller, ce que je compte faire également dans quelques jours, décidé à terminer complètement cette grotte, quelle que soit sa profondeur, quel que soit le nombre de journées d'ouvriers et de mois qu'il faille y consacrer encore.

Quoi qu'il en soit, dans la partie explorée, mes fouilles ont compris toute la largeur de la grotte à partir de l'entrée et sur une hauteur variable, c'est-à-dire depuis le niveau supérieur — lequel, en certains endroits, n'est qu'à 40 centimètres de la voûte d'où, par suite, on ne peut souvent avancer qu'en rampant — jusqu'à une couche de sable plus ou moins fin, parfois argileux, d'une puissance de plus d'un mètre en certains points. Le travail, dans cette caverne, a été fait, à chacun de mes voyages, par deux ou trois hommes et par moi-même, pioche en mains. Il a été rendu fort long, parce que j'ai tenu à ce que la terre des foyers fût toute rejetée hors de la caverne pour, au grand jour, être passée au crible par un quatrième ouvrier. Du reste, c'est grâce au criblage que j'ai dû de recueillir nombre de mâchoires et de petits ossements de Chauves-souris, de Rongeurs, de petits Carnassiers, d'Oiseaux, de Batraciens, ainsi qu'une série de petites incisives percées de Ruminants.

Digitized by Google

Bien que le temps m'ait fait également défaut, jusqu'à présent, vu la quantité considérable d'objets trouvés aussi dans cette caverne, pour étudier complètement la faune de la grotte Rey, dont j'ai découvert les restes — ma dernière exploration remontant, comme pour la grotte des Combarelles, aux mois d'avril et de mai derniers — je puis dire dès maintenant qu'elle comprend à peu près les mêmes animaux que celle-ci, à savoir : des Chéiroptères, des Insectivores, des Carnassiers, des Rongeurs, des Pachydermes, des Ruminants, des Oiseaux, des Batraciens, des Poissons et des Mollusques.

Je dois ajouter aussi :

1° Que les mâchoires et les dents de Carnassiers sont moins rares que dans la grotte des Combarelles, qu'ils sont représentés par l'Ours, l'Hyène, plusieurs Canidés différents, des Félins, etc. ;

2° Que les Rongeurs, moins abondants, appartiennent principalement aux genres *Lepus* et *Mus;*

3° Que les Pachydermes sont le *Rhinoceros tichorhinus*, des Équidés et des Suiliens ;

4° Que les Ruminants les plus nombreux, comme restes, sont le Renne et la Chèvre primitive, puis viennent plusieurs Cervidés et Bovidés, dont une espèce de grande taille. De la chèvre primitive, j'ai trouvé, outre des os, des dents et des mâchoires, un très beau crâne pourvu des noyaux osseux de ses cornes qui présente la plus grande ressemblance avec celui des grottes de Menton et celui aussi de la grotte de l'Albarea de Sospel (Alpes-Maritimes), que j'ai trouvé en 1879 ;

5° Enfin que les Oiseaux, s'ils sont moins nombreux qu'aux Combarelles, sont, par contre, de grande taille, du moins pour plusieurs d'entre eux ;

6° Que des Batraciens, je n'ai trouvé qu'un très petit nombre d'ossements, et que des Poissons, j'ai recueilli deux vertèbres, toutes deux percées pour être portées comme bijoux, amulettes ou trophées de pêche ; elles paraissent appartenir au genre *Salmo (Pl. X, fig. 13)*;

7° Quant aux Invertébrés, ils sont des plus rares ; je n'ai recueilli, jusqu'à présent, que quelques coquilles de Mollusques terrestres, et trois coquilles marines percées comme les vertèbres de Poissons, pour servir, selon toutes probabilités, de bijoux : une *Nassa neritea*, une *Nassa gibbosa* et une *Turritella communis (Pl. X, fig. 27, 28* et *29)*.

Je dois compléter cette brève et sèche nomenclature en mentionnant la trouvaille d'ossements humains épars çà et là, soit dans les foyers contemporains de la faune que je viens d'indiquer, soit à la surface du sol et plus principalement à une certaine distance de l'entrée de la grotte. Ces ossements, que je n'ai pas encore pu étudier non plus jusqu'à ce jour, proviennent de sujets d'âges différents.

Enfin, au point de vue industriel, lequel mérite aussi une mention spéciale par la découverte de certaines pièces, je dirai que si la grotte Rey ne m'a donné qu'un nombre relativement peu considérable d'objets, ceux-ci, instruments en os et silex taillés, sont généralement fort beaux et intéressants.

Parmi ceux sur lesquels je crois devoir appeler plus particulièrement l'attention, je citerai deux côtes de Ruminants, longues, respectivement, de 20 et 21 centimètres, amincies et arrondies à l'une de leurs extrémités. La première représente un poisson, — peut-être un saumon, — lequel n'a pas été seulement gravé quant à la tête et au corps, mais dont les nageoires ventrale, dorsale et caudale surtout, sont remarquablement sculptées *(Pl. X, fig. 14)* ; sur l'autre, on n'aperçoit distinctement qu'une queue de poisson, — mais elle est très bien faite,

Digitized by Google

— soit que l'artiste n'ait pas achevé son dessin, soit que la gravure ait disparu; en tous cas, on ne remarque sur les bords de cette pièce osseuse qu'une série de très fines dentelures faisant suite à l'étranglement de la nageoire caudale *(Pl. X, fig. 15)*. Je signalerai aussi: une belle pointe de sagaie, longue de 0m,14, dont la base, légèrement fendue pour être emmanchée, est gravée d'un dessin qui représente la tige ramifiée d'une plante *(Pl. X, fig. 16)*; une autre pointe ou arme en os, de forme incurvée, remarquable par sa longueur exceptionnelle, 0m,332 (1); elle est entière, sa pointe est intacte et sa base est taillée en biseau; de longues et belles pointes de sagaies en os; une de ces sagaies *(Fig. 5)*, longue de 0m,148, pointue à ses deux extrémités, cylindrique à l'une d'elles, est taillée en biseau à l'extrémité opposée. L'un des biseaux, ainsi qu'une des faces planes, est creusé de raies transversales. Cette même face porte aussi, à égale distance des deux bouts, un sillon long de 0m,04 et profond, destiné à faciliter l'écoulement du sang des blessures faites par la sagaie; des pointes de flèches, des lissoirs en os *(Pl. X, fig. 21)*, de nombreux os gravés de traits; des canons de Renne, sur lesquels on a enlevé des esquilles, destinées à faire des aiguilles; des incisives de cheval et de porc dont la racine a été curieusement amincie et taillée en pointe très aiguë *(Pl. X, fig. 22)*: enfin une dent incisive de *Bos*, percée d'un trou de suspension *(Pl. X, fig. 17)*, ainsi qu'une série d'incisives d'un Ruminant de la taille du chevreuil, également percées d'un trou de suspension *(Pl. X, fig. 23)*; deux petites pendeloques noires, l'une en talc *(Pl. X, fig. 18)*, l'autre en os qui a subi l'action du feu *(Pl. X, fig. 19)*; une dent canine de Renne, noircie par l'action du feu, voire même brûlée, percée d'une double perforation allongée sous forme d'entailles parallèles *(Pl. X, fig. 20)*, une très petite clavicule, longue et mince, aplatie, percée également d'un trou rond à l'une de ses extrémités; un fragment de lame osseuse étroite, mince, brisée malheureusement à l'une de ses extrémités, tandis que l'autre se termine par un petit étranglement surmonté d'un anneau brisé, dont le bord extérieur est orné de dentelures régulières qui se prolongent sur les bords de la lame osseuse sur une longueur de 14 à 15 millimètres *(Pl. X, fig. 26)*; enfin deux petites dents de Carnassiers également percées d'un trou de suspension *(Pl. X, fig. 24 et 25)*.

Fig. 5.
Pointe de sagaie en os.
(Gr. nat.).

Quant aux silex, ils sont moins nombreux que dans la grotte des Combarelles, mais certains d'entre eux sont fort beaux, comme formes, comme dimensions et comme retouches; l'association même de formes très dissemblables dans un même foyer, alors qu'on les rencontre ordinairement dans des milieux d'époques très différentes est très bizarre; je dis dans un même foyer, car ces silex ont été trouvés les uns en ma présence, les autres par moi-même. J'ai trouvé donc, comme silex taillés: des grattoirs simples, des grattoirs doubles, — il en est qui ont 11 centimètres de long, — des

(1) Un des plus longs peut-être qui aient jamais été trouvés.

Digitized by Google

grattoirs-burins, des burins en grand nombre, de belles et grandes lames entières ou brisées, des pointes dont l'une représente le type solutréen, tandis que d'autres affectent la forme moustérienne et qui, même l'une d'elles, en langue de chat, ressemble à une hache chelléenne (1); de très petites pointerolles, dont la plus petite ne mesure pas plus de 2 centimètres de longueur sur 4 millimètres de largeur; des racloirs remarquablement bien retouchés sur leur bord convexe, etc.

Les fouilles de la grotte Rey devant être également terminées, je l'espère, dans le cours de la nouvelle campagne de recherches que je vais entreprendre dans quelques jours, j'aurai l'honneur d'en rendre compte aussi, l'an prochain, au Congrès de Bordeaux.

C. — Cro-Magnon. — Sur les indications du propriétaire de la grotte de Cro-Magnon, M. Berthoumeyrou, dit Pagès, qui assista aux découvertes de 1868 et se rappelle parfaitement l'endroit où elles ont eu lieu et la profondeur à laquelle on les avait cessées, j'ai repris au mois d'août de l'année dernière, les recher-

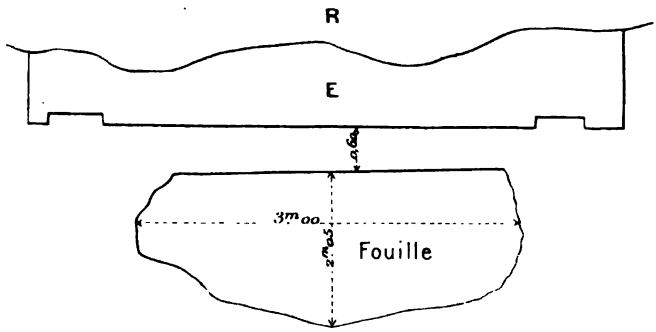


Fig. 6. — Plan d'une fouille à Cro-Magnon. R, rocher de Cro-Magnon; E, étable construite près et sous le rocher.

ches abandonnées il y a vingt-six ans (2), immédiatement au-dessous du point où l'on a trouvé, en 1868, les célèbres ossements humains décrits par Broca *(voir le plan ci-dessus, fig. 6)*. Après avoir fait enlever la terre qui avait servi à remblayer le trou fait à cette époque, j'ai mis à nu, sur une longueur de 3 mètres et une largeur de 1m,75 à 2 mètres, un gisement magdalénien, *non remanié*. Ce gisement, que j'ai fouillé *moi-même* sur une épaisseur d'un mètre, et dont j'ai eu grand soin de faire cribler toute la terre, comme pour les grottes des Combarelles et Rey, m'a donné non seulement de très beaux silex pour la plupart blancs ou jaunes, parfois diaprés de jolies veines roses, brunes, jaunâtres, etc., tels que grattoirs (3), burins, pointes, lames, etc; mais encore, avec une faune dans laquelle le Renne prédomine, un beau petit poinçon en os long de 8 centimètres, une lame en bois de Renne, dont l'une des faces est ornée de traits gravés irrégulièrement *(Pl. X, fig. 31)*, et, pièce surtout remarquable,

(1) L'un de mes collègues de la *Société d'Anthropologie*, de passage dans la région, M. Capitan, se trouvait au pied de la grotte Rey au moment de sa découverte.

(2) M. Élie Massénat a fait aussi, il y a quelques années, des fouilles à Cro-Magnon, mais dans un autre endroit, c'est-à-dire à dix mètres environ du point que j'ai exploré l'an dernier.

(3) L'un d'eux, d'un blanc laiteux très beau, fortement incurvé, mesure 14 centimètres de longueur.

Digitized by Google

une belle lame légèrement incurvée, longue de 0m,237, large de 0m,02, assez épaisse, parfaitement arrondie à l'une de ses extrémités et dont les deux bords, bien arrondis aussi et épais, sont entaillés sur les trois quarts de leur longueur, de coches, au nombre de 43 sur l'un des bords et de 38 sur le bord opposé, assez régulièrement espacées *(Pl. X, fig. 32)*, comme autrefois les tailles de boulanger. S'agissait-il d'une marque de chasse, dont les coches seraient des signes de numération ?

Je signalerai encore, comme provenant de la grotte-abri de Cro-Magnon, une dent incisive de grand Équidé, gravée aussi de traits parallèles, à peu près équidistants, assez profonds, nombreux, enfin situés sur la face concave ainsi que sur les deux faces latérales, depuis l'extrémité de la racine jusqu'au niveau de l'émail *(Pl. X, fig. 30)*. Cette dent est, de plus, percée d'un trou de suspension vers l'extrémité de la racine. Ces traits-encoches, ainsi étendus transversalement, étaient-ils de simples ornements ou bien des signes de numération, comme les coches dont la lame décrite ci-dessus est pourvue sur ses deux bords? Je ne saurais me prononcer à cet égard ; ce que je sais, c'est que ces traits existent et qu'ils sont suffisamment profonds pour ne laisser aucun doute sur leur existence et pour être tous parfaitement visibles à l'œil nu.

D. Grotte de la Fontaine. — Il ne s'agit pas ici d'une grotte habitée par l'homme préhistorique, mais bien d'une grotte de remplissage, renfermant seulement les restes d'une faune quaternaire, située sur le territoire de la commune de Tayac, canton de Saint-Cyprien. (Voir plus haut, Section de Géologie, page 439).

E. Grotte Gondran. — Cette grotte, qui doit son nom à ce qu'elle a servi de refuge, il y a quelques années et pendant un certain temps à un voleur-assassin nommé Gondran, célèbre dans la contrée par ses nombreux méfaits, est, comme la précédente, située sur la commune de Tayac, entre la grotte de la Fontaine, dont elle est distante d'une soixantaine de mètres environ, et celle de Cro-Magnon, à peu près à la même altitude que la première, c'est-à-dire à quelques mètres au-dessus du chemin vicinal qui conduit des Eyzies à Saint-Cyprien, dans la vallée de la Vézère.

Je me borne, pour aujourd'hui, à la signaler, n'y ayant fait jusqu'à présent aucune recherche sérieuse, mais seulement quelques fouilles superficielles, à l'entrée, après avoir parcouru une partie seulement des couloirs dont elle se compose. Son propriétaire, curé de Tayac, m'en ayant donné l'autorisation formelle, je me propose de l'explorer aussi, soit ce mois-ci même, soit dans le courant du mois prochain, dès les fouilles des grottes des Combarelles et Rey terminées.

II. — Époque néolithique

Les développements que j'ai cru devoir donner à l'époque quaternaire en raison de l'intérêt qu'elle présente par les pièces que j'y ai trouvées m'engagent à être bref touchant les temps néolithiques, bien moins importants par les trouvailles que j'ai faites dans les stations qui leur appartiennent.

Digitized by Google

Je compte, du reste, les parcourir et les explorer de nouveau sous peu. J'ai donc à signaler :

1° *L'atelier de Tayac*, situé sur la commune de ce nom, dans la propriété de M. Mercier-Pageyral, presque en face de Laugerie-Basse, mais sur la rive opposée de la Vézère, ou mieux entre cette rivière et la voie ferrée de Périgueux au Bugue.

J'y ai trouvé, notamment, dans un terrain planté en vignes, des instruments en silex, entiers ou brisés, tels que grattoirs, lames, etc., associés à quelques nucléus et à un certain nombre d'éclats de silex, rebuts de fabrication, détachés par la main de l'homme néolithique.

Au même endroit, on rencontre d'assez nombreux vestiges de l'époque gallo-romaine, morceaux de poteries et fragments de *tegulæ*. Quelques fouilles m'ont également permis d'exhumer plusieurs squelettes humains, principalement dans le voisinage d'une construction peu éloignée de l'habitation de M. Pageyral.

On en avait d'ailleurs découvert aussi un grand nombre dans les mêmes parages lors de l'établissement de la voie ferrée.

2° *L'atelier de Sireuil* set situé aussi sur la commune de ce nom, et également dans le canton de Saint-Cyprien, mais à l'extrémité opposée, c'est-à-dire à l'extrémité Est, sur la limite pour ainsi dire du canton de Sarlat, tandis que l'atelier Pageyral ou de Tayac est à l'extrémité Ouest et sur les confins du canton du Bugue. Il est dans la vallée de la Beune, à quelques mètres du bord de ce petit ruisseau, sur un plateau qui le domine de quelques mètres d'élévation.

Je l'ai exploré à plusieurs reprises, en 1892, 1893 et cette année même, au mois d'avril dernier. J'y ai trouvé chaque fois, dans des terres récemment labourées, à la surface du sol, et sur une étendue de plusieurs centaines de mètres carrés, de nombreux silex taillés, parfois retouchés sur les bords, notamment des grattoirs, dont quelques-uns très beaux, des lames entières ou brisées, etc.; de gros nucléus, un fragment de hache polie, enfin un grand nombre d'éclats de différentes dimensions.

Chaque labour ramenant constamment d'assez nombreux silex à la surface du sol, je retournerai également à l'atelier de Sireuil, dans le courant du mois prochain.

A un kilomètre et demi environ de cette station, j'ai trouvé les premiers vestiges d'autres ateliers, notamment en me dirigeant vers Marquay, ateliers également néolithiques, dans lesquels j'ai recueilli, avec un certain nombre d'éclats, quelques silex taillés, parmi lesquels je dois citer principalement un grattoir très bien fait et surtout une très belle lame, longue de 10 centimètres.

Mais je n'ai pas jusqu'à présent exploré suffisamment ces gisements pour entrer, à leur sujet, dans quelques détails. Ils seront l'objet d'une communication ultérieure.

3° *L'atelier de Pageyral*. — Il m'a été indiqué par le propriétaire du terrain, M. Auguste Mercier-Pageyral, ancien Élève de l'École polytechnique, qui exploite en cet endroit, à l'aide d'un nombreux personnel, une importante carrière de kaolin.

Situé sur un plateau de trois hectares de superficie, en partie boisé, en partie

Digitized by Google

cultivé, qui domine la rive gauche de la Vézère, dont la sépare la route des Eyzies au Bugue, à trois kilomètres et demi environ du bourg de Tayac et à 800 mètres à peu près du moulin des Moulinets, cet atelier m'a donné également, dans un champ récemment labouré à l'époque où je l'ai parcouru et exploré, des silex taillés et des éclats détachés par la main de l'homme aux temps néolithiques, ainsi qu'une hache polie. Mais cet atelier ou station m'a paru moins riche que ceux de Tayac et surtout de Sireuil ; du reste, je suis loin de l'avoir complètement étudié et je me propose d'y retourner aussi très prochainement. Je tenais seulement à le signaler quant à présent, avant d'y entreprendre de nouvelles recherches.

III

J'ai aussi reconnu, sur la route même de Sarlat, non loin du moulin de Cazelles, dans la vallée de la petite Beune, sur la rive droite de ce ruisseau, l'existence de quelques foyers préhistoriques. J'y ai recueilli, à la suite de quelques coups de pioche, des traces de charbon et de mauvais silex taillés, associés à des fragments osseux — os d'animaux — qui, jusqu'à présent, ne me permettent pas de dire l'époque à laquelle ces foyers appartiennent.

Je sais seulement que, lorsqu'on a ouvert cette route, il y a au moins une dizaine d'années, les ouvriers ont mis à découvert beaucoup d'ossements d'animaux, des dents et des silex taillés, sans que personne y ait attaché aucune importance ; du moins d'après ce qui m'a été dit.

Enfin je citerai encore dans la même région, dans la vallée de la Beune — de la grande Beune —, presque en face du vallon des Combarelles, une petite grotte que j'ai découverte au mois d'août de l'année dernière, grotte dont l'entrée est masquée par des broussailles et quelques arbustes. A la surface du sol se trouvaient une dent molaire supérieure d'Équidé, une vertèbre cervicale (atlas) de Ruminant, un fémur gauche de Rongeur de la taille du *Lepus cuniculus*, et deux silex blancs brisés, dont l'un pourvu de son conchoïde de percussion. Je n'y ai fait encore, à l'heure actuelle, aucune fouille; je me propose de l'explorer prochainement aussi.

Tels sont, aussi brièvement résumés que possible, dans ce premier travail, les résultats des fouilles que j'ai poursuivies pendant les trois années 1892, 1893 et 1894, dans le département de la Dordogne, grâce à la subvention que l'Association française pour l'avancement des sciences m'a accordée sur le legs Girard, il y a trois ans.

A ces recherches, que je vais reprendre dans quelques jours et continuer jusque dans la première quinzaine d'octobre, je dois ajouter celles que j'ai entreprises dans les départements de l'Orne et de la Manche,

Digitized by Google

dont il me reste maintenant à parler et qui font l'objet de deux autres Notices.

En terminant, je tiens vivement à remercier M. Gaston Berthoumeyrou (de Tayac) des plans ci-inclus qu'il a bien voulu dessiner pour moi, ainsi que de son gracieux concours dans les fouilles dont je viens de rendre compte.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

(Toutes les pièces sont dessinées de grandeur naturelle.)

A. — *Grottes des Combarelles.*

1. Petite aiguille en os.
2. Pointe de trait ou de sagaie à base taillée en biseau, mesurant $0^m,06$ de longueur.
3. Rondelle en os incomplète, gravée de nombreux traits et percée de trois trous, dont un central, situés sur le même diamètre.
4. Poinçon double entier, aplati, gravé sur ses deux faces de traits à peu près équidistants. Sa longueur est de $0^m,408$.
5. Canon de Cervidé duquel on a détaché plusieurs esquilles pour en faire des aiguilles.
6. Canine de Renne percée d'un trou de suspension.
7. Harpon en os presque entier, à double rang de fortes barbelures grossièrement faites et présentant un certain nombre de traits plus ou moins longs et plus ou moins profondément gravés. Il mesure $0^m,17$ de longueur.
8. Base d'un harpon en os présentant aussi quelques traits gravés.

9 et 10. Petits os sésamoïdes, curieux par les traits gravés dont ils sont ornés.

11. Extrémité d'un cubitus d'oiseau percée d'un trou de suspension et parsemée de nombreux traits gravés.
12. Extrémité d'un instrument en os couverte de traits assez profonds formant chevrons.

B. — *Grotte Rey.*

13. Vertèbre d'un petit Salmonide percée d'un trou de suspension.
14. Côte de Ruminant amincie, sur laquelle se trouvent gravés la tête et le corps d'un poisson et dont l'une des extrémités a été taillée pour former les nageoires dorsale, ventrale et caudale, tandis que l'extrémité opposée est arrondie. Elle mesure $0^m,20$ de longueur.
15. Autre côte de Ruminant, également amincie et ayant une de ses extrémités arrondie, tandis que l'autre, taillée comme la précédente, représente la queue d'un poisson dont le corps, ou n'a jamais été gravé, ou se trouve effacé par le temps. Sa longueur est de $0^m,21$.
16. Pointe de sagaie entière, très bien conservée, dont la pointe est intacte, tandis que la base, légèrement fendue pour être emmanchée, est gravée de traits figurant les ramifications de quelque arbuste. Cette pointe est longue de $0^m,14$.
17. Dent incisive de *Bos* percée d'un trou de suspension.
18. Pendeloque en talc, taillée en forme de coin, plane sur ses quatre faces et percée d'un trou de suspension.
19. Petite pendeloque en os, piriforme, brûlée également et percée aussi d'un trou de suspension.
20. Canine de Renne, à demi brûlée et percée d'une double perforation allongée sous forme d'entaille.
21. Lissoir en os parfaitement arrondi, dont l'une des faces est ornée de traits gravés transversalement.
22. Incisive d'un jeune *Sus* dont la racine, amincie, est taillée en pointe très fine.

Digitized by Google

23. Incisive de petit Ruminant percée d'un trou de suspension.

24 et 25. Petites dents de Carnassiers percées toutes deux d'un trou de suspension.

26. Fragment de côte étroite et mince, terminée à l'une de ses extrémités par un petit étranglement surmonté d'un anneau brisé, dont le bord extérieur est régulièrement dentelé. Ces dentelures se prolongent sur les bords de l'os.

27. *Nassa neritea*, percée d'un trou de suspension.

28. *Nassa gibbosa* brisée, également percée d'un trou pour être portée suspendue ou faire partie d'un collier.

29. *Turritella communis*, cassée aussi et percée d'un trou pour être enfilée.

C. — *Abri de Cro-Magnon.*

30. Incisive d'Équidé percée d'un trou de suspension près de l'extrémité de la racine et recouverte, sur presque tout son pourtour et dans toute sa longueur, d'une série d'entailles à peu près régulièrement espacées.

31. Lame brisée, en bois de Renne, étroite, arrondie à l'une de ses extrémités, longue de 0m,074 et recouverte, sur l'une de ses faces, de traits gravés irrégulièrement disposés.

32. Lame épaisse de bois de Renne, longue de 0m,237, arrondie à l'une de ses extrémités, aux bords mousses également arrondis, pourvus chacun, dans presque toute leur étendue, d'une série d'encoches qui en font comme une marque de chasse.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris.

ATELIERS NÉOLITHIQUES ET RUINES DU MOYEN AGE DU MONT DE CERISY (ORNE)

— Séance du 11 août 1894 —

C'est le 10 novembre 1892 que j'ai découvert des ateliers de la pierre polie, au mont de Cerisy, dans la propriété de M. Ernest Corbières (de Paris), où je m'étais rendu avec M. J. Salles (de Flers) qui avait bien voulu me demander mon avis touchant les ruines d'une chapelle construite sur ledit mont aux XIIe ou XIIIe siècles, la chapelle de Saint-Jacques, qu'il désirait fouiller ainsi que l'emplacement des cellules formant avec elle l'ermitage de Monufray. Un archéologue de Flers bien connu, M. Jules Appert, nous accompagnait.

De 1892 à 1894, M. Salles et moi nous avons exploré à plusieurs reprises le mont de Cerisy ; c'est donc en son nom et au mien que je présente ce travail.

Digitized by Google

Le mont de Cerisy, autrefois *Mons argenteus*, c'est-à-dire antérieurement au XIIe siècle, est situé dans le canton de Flers (Orne). Son altitude est de 264 mètres. Il fait partie de la commune de Cerisy-Belle-Étoile, et de son sommet, absolument isolé, on jouit d'un horizon très étendu. Il domine, en effet, les plaines environnantes, et jusqu'à une grande distance, de 100, 120, 150 mètres et même davantage. Si nous en croyons une notice de l'abbé Dupont, ce nom de *Mons argenteus* serait dû à l'existence d'un atelier de fausse monnaie (1). Voici, du reste, la légende rapportée dans cette notice : « C'était à l'époque où les ducs de Normandie, tout-puissants en France, battaient monnaie. Un forgeron, avare autant qu'habile ouvrier, avait réussi à répandre dans la province une quantité considérable de fausses pièces, dont lui-même était l'auteur... Dénoncé aux agents du fisc, il fut condamné à la peine de mort. Or, voilà que tout à coup la nouvelle se répandit que le forgeron avait disparu. Où était-il passé ?

» Dans la partie du mont de Cerisy que baigne le Noireau existait une caverne dont l'ouverture, recouverte de bruyères et de genêts sauvages, disparaissait au milieu d'un rocher. Personne ne connaissait cette retraite et le faux-monnayeur se flattait d'échapper au supplice. Il comptait sans le gardien du bois qui, passant par là, entendit le *son argentin* d'une pièce tombée sur la pierre... Il se disposait à écouter encore, quand il aperçut l'ouverture de la caverne. Craignant, en cherchant à pénétrer dans la grotte, de s'exposer à la mort, ledit gardien se borna à y introduire son chien, mais celui-ci ne revint pas.

» Informé de cette disparition, le seigneur de Cerisy envoya ses hallebardiers faire bonne garde autour de la caverne. Le forgeron, traqué de toutes parts, comme une bête fauve, fut pressé par la faim et contraint de se rendre. On le conduisit à Domfront où il fut exécuté.... Son âme, dit la légende, fut condamnée à passer mille ans dans la caverne qu'il avait habitée. — Pendant longtemps, en effet, ajoute l'auteur, chaque soir, au crépuscule, *on l'entendit polir avec sa lime* quelque lingot d'argent.

» Depuis l'année 1860, le rocher du faux monnayeur a été transporté au delà du Noireau, où il a contribué pour sa part à la construction d'une filature.

» Aujourd'hui une fontaine, entourée de pins et de bouleaux, qui porte le nom de *fontaine au mineur*, fait revivre, à elle seule ce souvenir des temps passés... Quoi qu'il en soit de la dénomination de *Mons argenteus*, depuis le commencement du XIIe siècle le Mont d'Argent est devenu le Mont de Cerisy, et c'est ainsi que le désignait Henri de Beaufou (de Bello

1) *Le mont de Cerisy, son château, sa foire et sa chapelle*, par l'abbé DUPONT. Br. in-18 de 28 pages avec une gravure, 1892.

Digitized by Google

Fâgo), lorsque, en 1216, il en accorda la possession aux religieux de l'abbaye de Belle-Étoile qu'il venait de fonder.... » (1).

Ceci dit sur la légende, que j'ai cru devoir reproduire ici, je reviens aux ateliers néolithiques que M. J. Salles et moi nous avons explorés sur le mont de Cerisy depuis novembre 1892 jusqu'au mois de juillet dernier.

Ces ateliers multiples se trouvent répartis sur une surface d'une trentaine d'hectares, non pas au sommet même du mont, mais principalement sur le versant occidental, c'est-à-dire sur le versant au pied duquel coule la rivière le Noireau, un des affluents de l'Orne. Ils sont assez rapprochés les uns des autres et leur ensemble constitue une véritable station préhistorique, probablement plus importante même que je ne puis encore le dire aujourd'hui, attendu que la partie du mont sur laquelle nous les avons trouvés n'est que partiellement défrichée, et que, en maints endroits, bois et broussailles ont mis obstacle à nos recherches. Ce n'est donc que sur les points défrichés ou sur ceux où des coupes de bois ont eu lieu récemment, enfin au milieu des terres labourées de fraîche date, que notre exploration a pu porter avec succès.

C'est là, en effet, que nos récoltes ont été particulièrement abondantes. Nous y avons trouvé, dans l'espace d'une douzaine de jours, un millier de silex, outils, éclats ou nucléus. Parmi les premiers, nous devons citer des grattoirs, dont le plus grand mesure 6 centimètres de longueur sur 4 centimètres et demi de largeur; d'assez nombreuses pointes, grandes ou petites, entières ou brisées, et de différentes grandeurs; des lames également plus ou moins bien conservées, dont les trois plus belles mesurent respectivement 85, 92 et 118 millimètres de longueur, sur 7, 8 et 12 millimètres de largeur; 13 nucléus et deux fragments de hache polie; un grand nombre d'éclats (2), dont quelques-uns sont retouchés sur les bords; enfin une molette en pierre ayant servi à écraser le grain. Tous ces silex ont une teinte gris-brun plus ou moins foncé; quelques-uns d'entre eux portent les traces du feu. Avec eux nous n'avons trouvé aucun autre objet, aucun ossement humain, aucun débris d'animal domestique ou autre.

Quant à l'ermitage du mont de Cerisy, connu aussi sous le nom d'ermitage de Monufray, il fut fondé en 1216 par le chevalier Henri de Beaufou et se composait primitivement d'une chapelle, la chapelle Saint-Jacques, et de quelques cellules grossièrement bâties sur le versant occidental du mont et à peu de distance du sommet. Brûlés et incendiés le 31 janvier 1640 par les protestants, la chapelle et les bâtiments y attenant furent reconstruits peu de temps après et subsistèrent jusqu'en 1793, époque à laquelle ils furent en partie détruits.

(1) Ils l'ont occupé jusqu'au 14 mai 1791, époque à laquelle le mont de Cerisy fut vendu comme bien national, conformément au décret du 20 février 1790.

(2) Nous en avons ramassé plus de cinq cents et rejeté un chiffre au moins égal.

Digitized by Google

Cependant les murs de la chapelle, dont les dimensions intérieures, mesurées par M. Salles, étaient de 4 mètres de largeur sur 12 mètres de longueur, existaient encore il y a dix à douze ans, en grande partie du moins; aujourd'hui ils ne sont plus qu'à l'état de ruines grâce au vandalisme d'un maçon des environs auquel on avait permis de prendre dans la propriété quelques pierres pour la construction d'une écurie et qui ne trouva rien de mieux que de démolir les murs de l'oratoire (1).

Quoi qu'il en soit, depuis deux ou trois ans M. Salles a entrepris de fouiller complétement lesdites ruines. Bien que peu avancées encore, ses recherches ont été couronnées déjà de quelques succès. Elles ont permis de découvrir, en outre des restes de plusieurs squelettes humains (crânes, mâchoires, os longs, etc.), dont je me propose de prendre prochainement les mensurations et d'étudier les pièces principales : *a)* un assez grand nombre de fragments de statues en pierre brisées, notamment des têtes et des mains, qui conservent encore des traces de peinture ; l'un d'eux, sur lequel on reconnait très bien une coquille sculptée, un *Pecten*, provenait probablement de la statue de Saint-Jacques, patron de la chapelle; *b)* des fragments de colonnes présentant aussi des restes de peinture rouge, bleue, jaune, etc. ; *c)* d'autres fragments de pierre sculptés, notamment un livre avec son fermoir, sur la couverture duquel on remarque aussi des dessins et des restes de peinture; *d)* plusieurs fragments de carreaux, dont l'un vernissé, et des morceaux de vases vernissés également, ornés de curieux dessins en relief, caractéristiques des XIIIe et XIVe siècles ; *e)* enfin deux pièces de monnaie : un liard de Louis XIV et une pièce sur laquelle on lit le mot tournois et le millésime de 1643 ; *f)* enfin, à l'entrée de la chapelle, près de la porte, se trouvait un squelette humain, « probablement celui d'un supérieur de l'ermitage, peut-être même le dernier décédé, m'écrit M. Salles. Il était couché sur le dos, les bras en croix sur la poitrine, les pieds dirigés vers l'autel, le haut du corps un peu relevé et la tête, appuyée sur une pierre de granit entaillée, regardant l'autel ».

L'auteur de la découverte ajoute que ce squelette était celui d'un individu jeune, de grande taille, pourvu de toutes ses dents et celles-ci en parfait état de conservation. A côté dudit squelette se trouvaient des morceaux de poteries vernissées du moyen âge, ainsi que deux plaques de cuivre, dont l'une, brisée en deux fragments, ornée de dessins finement gravés, est dorée et percée de trous destinés à enchâsser des pierres

(1) D'après la description qu'en donne la notice de l'abbé Dupont, — seul et unique document que nous ayons pu nous procurer, — la chapelle de Saint-Jacques, réédifiée au XVIIe siècle, n'offrait rien de remarquable ; elle affectait la forme d'un rectangle long de 13 mètres et large de 5 mètres environ. La toiture, faite de tuiles semblables à celles qu'on emploie aujourd'hui, était surmontée d'une petite tourelle. L'autel était en bois de chêne sculpté et au-dessus apparaissait la statue de Saint-Jacques ornée de coquilles.

Digitized by Google

plus ou moins précieuses, quelques cabochons *(fig.)* M. Salles pense que ces fragments sont ceux d'une grande plaque sur laquelle était fixé un Christ, à l'aide de clous, dont on aperçoit les trous, le tout faisant partie d'une croix de procession, croix de Saint-Antoine, dit-il, le fondateur des ermitages.

Quant aux autres débris humains (crânes et ossements divers), dont j'ai parlé plus haut, « ils étaient disséminés, ce qui conduit, dit l'auteur de la

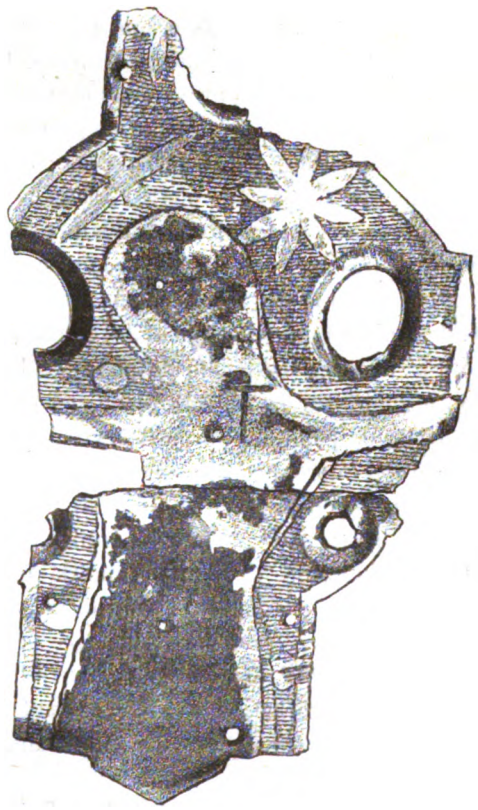


Fig. 1. — Plaque en cuivre très finement gravée.

découverte, à exprimer cette opinion que l'on n'inhumait dans la chapelle de l'ermitage, petite d'ailleurs, que les supérieurs et qu'à chaque inhumation nouvelle on rejetait dans le sol, çà et là, les ossements du défunt précédemment enterré ».

Tels sont les premiers résultats des fouilles et recherches entreprises par M. Salles et par moi depuis trois ans au mont de Cerisy, soit dans les ateliers ou stations des temps néolithiques, soit dans les ruines de l'ermitage de Monufray.

Digitized by Google

J'espère pouvoir, l'année prochaine, compléter cette communication, et par l'étude des ossements humains trouvés jusqu'à présent à Cerisy, et par celle des résultats des fouilles qui doivent être poursuivies en ces différents points.

M. A. DE MORTILLET

Professeur à l'École d'Anthropologie, à Paris.

LES MONUMENTS MÉGALITHIQUES DU CALVADOS

— Séance du 11 août 1894 —

D'après l'inventaire sommaire dressé en 1880 par la Sous-Commission des monuments mégalithiques de France, nos cinq départements normands ne posséderaient que 73 dolmens, 64 menhirs, 2 alignements, 3 cromlechs et 14 pierres diverses (pierres branlantes, pierres à légendes, etc.). La part du département du Calvados serait de : 12 dolmens, 11 menhirs, 1 alignement et 7 pierres diverses, soit en tout 31 indications. Parmi ces monuments, trois seulement ont été classés : le menhir de Colombiers-sur-Seulles, le menhir de la Pierre-Cornue, à Condé-sur-Ifs, et le dolmen de Jurques.

Bien que la Normandie ne soit pas très riche en mégalithes, l'inventaire de 1880 demande cependant à être revu et complété ; les chiffres qu'il donne peuvent être sensiblement augmentés. C'est ce que j'ai cherché à faire pour le Calvados. Les notes que j'ai pu réunir sur ce département portent à 67 le nombre total des monuments mégalithiques qui, à ma connaissance, y ont été signalés. Ce nombre se décompose ainsi : 31 dolmens, 31 menhirs, 1 alignement et 4 pierres diverses.

Voici la liste, par ordre alphabétique, des communes sur lesquelles se trouvent ces monuments, avec quelques renseignements sur chacun d'eux :

BELLENGREVILLE

(Canton de Bourguébus, arrondissement de Caen.)

La commune de Bellengreville a fait exploiter, pour la réparation de ses chemins, deux tumulus en pierrailles recouvrant des dolmens. Il restait encore des traces de ces monuments en 1820. En 1837, en les détruisant complètement, on y a trouvé des haches en pierre polie et de nombreux ossements humains

Digitized by Google

(De Caumont, *Statistique monumentale du Calvados. — Dictionnaire archéologique de la Gaule.*)

D'autres monuments semblables existaient dans les marais de Bellengreville, sur les confins de la commune de Chicheboville. (*Voir :* CHICHEBOVILLE.)

BÉNY-SUR-MER

(Canton de Creully, arrondissement de Caen.)

FIG. 1. — Menhir de Bracqueville, près Bény *(d'après nature)* $\frac{1}{40}$.

Sur les hauteurs qui dominent la rive droite de la rivière la Mue, à 500 mètres environ au sud-sud-ouest du hameau de Bracqueville, à peu près à moitié distance entre Basly et Fontaine-Henry, se voit un menhir désigné dans le pays sous les noms de *la Demoiselle* ou *la Pierre-Plantée (fig. 1).* Il mesure $1^{m},28$ de hauteur, 75 centimètres de largeur et 35 centimètres d'épaisseur.

On dit qu'il y avait dans le temps plusieurs menhirs sur le territoire de Bény.

BEUVILLE

(Canton de Douvres, arrondissement de Caen.)

On remarque sur la propriété de M. de Chaumontel deux pierres d'assez fortes dimensions, l'une debout, l'autre couchée. La première n'a pas moins de 3 mètres de long sur 2 mètres de hauteur. *(Dict. arch. de la Gaule.)*

CAIRON

(Canton de Creully, arrondissement de Caen.)

L'Inventaire des monuments mégalithiques de France, publié en 1880, indique une pierre sur cette commune.

CAMPANDRÉ-VALCONGRAIN

(Canton de Villers-Bocage, arrondissement de Caen.)

M. Victor Chatel, de Valcongrain, a signalé l'existence dans la région qu'il habite de plusieurs mégalithes, notamment le menhir de *Belle-Roche*, auprès duquel se trouvent la *Fille* et la *Sœur* de Belle-Roche, et un dolmen. Comme il ne donne aucune indication sur la situation de ces monuments, nous avons dû les inscrire à Campandré, bien qu'ils n'appartiennent très probablement pas à cette commune.

CHICHEBOVILLE

(Canton de Bourguébus, arrondissement de Caen.)

Trois dolmens, recouverts de tumulus en pierres calcaires, qui se trouvaient sur le bord des marais de Chicheboville et de Bellengreville, dans la partie occidentale de ces communaux, ont été détruits en 1820. (De Caumont : *Stat. mon. du Calvados. — Dict. arch. de la Gaule.*)

Digitized by Google

COLOMBIERS-SUR-SEULLES

(Canton de Ryes, arrondissement de Bayeux.)

A peu de distance au nord-est de l'église de Colombiers, au haut du coteau dominant la vallée de la Seulles, près du chemin qui conduit au Pont de Réviers, se trouve un menhir de forme assez régulière *(fig. 2)*. C'est un parallélogramme ayant deux faces de 60 centimètres de largeur et deux autres de 40 centimètres. Sa hauteur est actuellement de 2m,20. Cette pierre, à laquelle se rattachait une sorte de culte religieux, a été brisée à sa base vers 1845. La Société française d'Archéologie, à qui elle appartient, l'a fait relever et consolider au moyen d'une barre de fer. (De Caumont. *Dict. arch. de la Gaule.* — Ch. Costard.)

A l'est de ce menhir se trouvait un tumulus composé de pierres sèches, qui recouvrait une chambre arrondie, formée de grosses pierres implantées dans le sol.

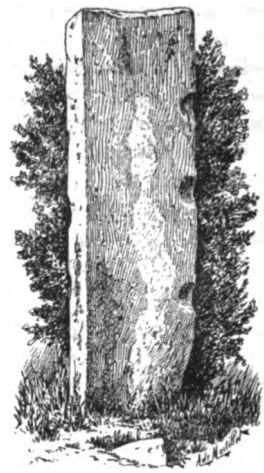


FIG. 2. — Menhir de Colombiers *(d'après nature* $\frac{1}{40}$.

CONDÉ-SUR-IFS (1)

(Canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise.)

A l'ouest de l'église de Condé, au milieu d'un champ, est un menhir, haut

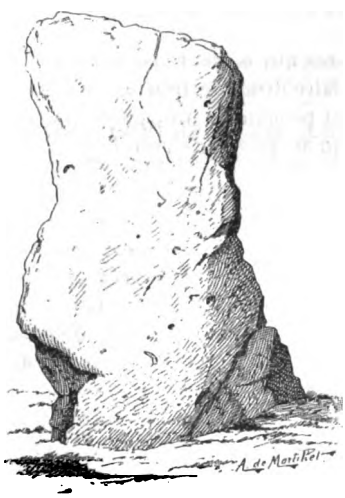


FIG. 3. — Côté Nord.

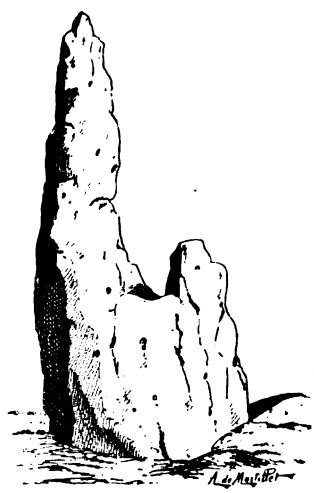


FIG. 4. — Côté Ouest.

La Pierre-Cornue, à Condé-sur-Ifs *(d'après un croquis de Charles Costard)* $\frac{1}{50}$.

de 4m,30 et large de 1m,85 à 2m,40, nommé dans le pays *la Pierre-Cornue* (ou *Fourchue*). Ce nom lui vient de la bifurcation qu'il présente lorsqu'on le regarde

(1) Anciennement : *Condé-sur-Laizon* ou *Laison.*

Digitized by Google

de l'est à l'ouest, bifurcation qui était beaucoup plus marquée avant la brisure de l'une des pointes formant les cornes *(fig. 3 et 4)*. Suivant une légende, ce menhir descend toutes les nuits, à minuit, de la colline pour aller se désaltérer à la petite rivière du Laizon. Il a été acquis par la Société française d'Archéologie.

Deux autres blocs de grès, gisant sur le sol dans un champ voisin, pourraient, suivant M. de Caumont, avoir fait partie avec la Pierre-Cornue d'un alignement. Quelques pierres éparses dans le voisinage sont aussi de la même nature.

Un tumulus situé à un kilomètre au sud de la Pierre-Cornue a été ouvert en 1833 par M. Galeron. Il renfermait une cavité centrale, formée de moellons plats rangés sans ciment, dans laquelle on arrivait par une galerie recouverte de blocs de grès et s'ouvrant à l'est.

Un second tumulus situé à 400 mètres au sud du premier, sur la limite des communes de Condé et d'Ernes, a été exploré vers 1847 par M. Bellivet, qui trouva au centre une chambre d'environ 4 mètres de diamètre, dans laquelle on accédait par une galerie. (De Caumont, *Stat. mon. Calvados.* — *Dict. arch. de la Gaule.* — Ch. Costard. — *Mém. de la Soc. des Antiquaires de Normandie*, t. IX.)

COURSEULLES

(Canton de Creully, arrondissement de Caen.)

On dit dans le pays qu'il y avait autrefois des menhirs sur le territoire de cette commune, entre Bény-sur-Mer et Courseulles.

CULEY-LE-PATRY

(Canton de Thury-Harcourt, arrondissement de Falaise.)

Il existait dans cette commune un menhir qui a été renversé vers 1850, en cherchant un trésor que la tradition populaire disait se trouver au-dessous. On prétend que, lorsqu'il était debout, il faisait pendant la nuit plusieurs tours sur lui-même et ne reprenait son immobilité qu'au premier chant du coq. (De Caumont, *Stat. mon. Calvados.* — Ch. Costard.)

FALAISE

(Chef-lieu d'arrondissement.)

D'après M. Langevin, un menhir situé près de la chapelle Saint-Nicolas, dans l'enceinte du château de Falaise, aurait été détruit en 1810. Il résulte de renseignements recueillis par la Commission du Dictionnaire archéologique de la Gaule que ce prétendu menhir était une pointe de rocher émergeant et faisant corps avec le sol sur lequel le château a été construit. *(Dict. arch. de la Gaule.)*

FONTENAY-LE-MARMION

(Canton de Bourguébus, arrondissement de Caen.)

Entre Fontenay et May est un vaste tumulus formé de pierres sèches entassées les unes sur les autres. En 1830, avant son exploration, son diamètre était d'environ 50 mètres, mais il avait été antérieurement plus considérable et garni

Digitized by Google

à l'extérieur de blocs de grès. Sa hauteur n'était plus que d'environ 7 mètres. Il renfermait douze chambres grossièrement arrondies, dont les murs construits en pierres plates, brutes, superposées à sec, s'élevaient en se rétrécissant de manière à former des voûtes. Les dix caveaux fouillés avaient tous à peu près les mêmes dimensions. Chacun d'eux était muni d'une allée ou galerie tournée vers la circonférence du tumulus. Ces corridors étaient construits très simplement : deux murs parallèles en pierres sèches supportant de grandes dalles en grès assez mal ajustées, dont quelques-unes avaient 2 mètres à $2^m,33$ de longueur

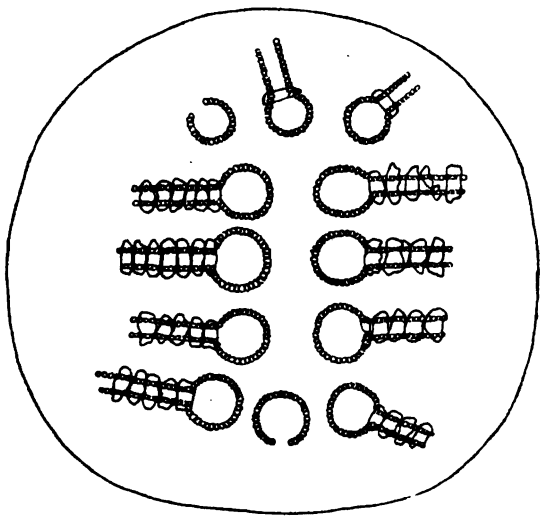


FIG. 5. — Plan du tumulus de Fontenay-le-Marmion $\frac{1}{100}$.

sur 1 mètre à $1^m,33$ de largeur et 67 à 81 centimètres d'épaisseur *(fig. 5)*. Les seuls objets qui accompagnaient les ossements humains contenus dans ce monument sont une petite hache polie en pierre verte et deux vases assez grossiers en terre noire.

Ce tumulus, connu dans le pays sous le nom de *Butte de la Hogue* ou *Butte des Romains*, n'est plus aujourd'hui qu'un amas informe de pierres, coupé par la tranchée faite en 1831 et 1832 par la Société des Antiquaires de Normandie. (De Caumont, *Stat. mon. Calvados. — Dict. arch. de la Gaule. — Mém. de la Soc. des ant. de Normandie*, t. VI.)

FRESNEY-LE-PUCEUX

(Canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise.)

Bloc connu sous le nom de *Pierre-de-Cambéro*, qui, assure-t-on, tourne dans certaines nuits. Cette pierre, qui a pu faire autrefois partie d'un monument mégalithique, n'offre plus aucun caractère depuis qu'elle a été brisée et dégradée. (Ch. Costard.)

Digitized by Google

LE GAST

(Canton de Saint-Sever, arrondissement de Vire.)

A l'est-sud-est du village, dans le bois du Gast, dolmen nommé *la Pierre-Couplée*. Il se compose d'une énorme table d'un beau granite bleuté, qui mesurait 10m,60 de longueur, 3m,50 de largeur et plus de 4 mètres d'épaisseur, reposant sur deux pierres de moindres dimensions placées au nord et au sud. Du côté de l'ouest, un troisième bloc s'élève sous la table, mais sans la toucher. Il en résulte un vide ayant environ 2m,30 de longueur, 1m,50 de largeur et 1m,50 de hauteur. La table est depuis longtemps cassée en deux morceaux et c'est peut-être de là que lui vient le nom de *Pierre-Couplée* ou *Pierre-Coupée*. (De Caumont, *Stat. mon. Calvados*. — *Dict. arch. de la Gaule*. — Ch. Costard. — Vaugeois.)

Près de ce dolmen, on remarque une fort grosse pierre presque ronde posée sur la face supérieure et horizontale d'une autre pierre et n'y touchant que par un point. On nomme ce bloc *la Pierre-Branlante*, bien qu'il ne remue plus actuellement. (Jules Lecœur, *Esquisses du Bocage Normand*.)

On a également signalé, à quelques centaines de mètres de la Pierre-Couplée, un bloc appelé *le Pain-de-Sucre*, ayant à peu près la forme de cet objet. (G. Frinault.)

GOUVIX

(Canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise.)

Un petit menhir de 1m,66 de hauteur, nommé *Pierre-Tourneresse*. Il passe pour tourner sur lui-même une fois par an, pendant la nuit de Noël. (Ch. Costard.)

JURQUES

(Canton d'Aunay sur-Odon, arrondissement de Vire.)

La Pierre-de-Gargantua, donnée comme un dolmen, et *la Pierre-Diallan* (ou *Dialan*), dans laquelle on a voulu voir un menhir, ne font probablement qu'un seul et même monument. Il s'agit d'une pierre volumineuse de grès rougeâtre entourée de plusieurs pierres moins considérables et située dans les bois de Jurques, à environ 1 kilomètre de l'église, à l'est de la route de Caen à Vire. Ce bloc, qui attire depuis longtemps l'attention des gens du pays et qui a été signalé vers 1837 par Castel, serait, selon Jules Lecœur, une table de dolmen reposant sur quatre supports. L'ensemble aurait près de 3 mètres de hauteur, 5 mètres de longueur et 1m,66 de largeur. On reconnaîtrait aux alentours les débris d'une douzaine de pierres formant une sorte d'enceinte circulaire. (De Caumont. — Émile Travers. — Ch. Costard. — J. Lecœur, *Esquisses du Bocage Normand.*)

LASSY

(Canton de Condé-sur-Noireau, arrondissement de Vire.)

La Pierre-Grise, menhir en quartz aujourd'hui renversé, passait pour cacher des trésors. (J. Tirard. — *Dict. arch. de la Gaule.*)

Les alignements de Montchauvet se prolongent sur le territoire de Lassy et se terminent au bord d'un ruisseau, auprès du *Champ-Dolent*. (*Voir* : MONTCHAUVET.)

Digitized by Google

LEFFARD

(Canton et arrondissement de Falaise.)

On y a signalé deux menhirs : l'un nommé *Pierre-de-la-Hobe* et l'autre *Lève-Nez*. (Ch. Costard.)

Ces mégalithes sont peut-être les mêmes que ceux indiqués ailleurs sous les noms de *Pierre-de-la-Hoberie* et *Pierre-du-Post*. En ce cas, ils seraient situés sur la commune d'Ussy et non sur celle de Leffard. (*Voir* : Ussy.)

LIVAROT

(Chef-lieu de canton, arrondissement de Lisieux.)

Dans les bois qui couvrent les hauteurs qui s'étendent à l'est de Livarot, près de l'ancien chemin de Fervaques, se trouve un menhir connu sous le nom de *la Pierre-Tournante*. C'est un bloc de meulière mesurant environ 2 mètres de hauteur, d'une longueur un peu moindre, sur une largeur de 60 centimètres à peu près. A une centaine de mètres au sud se voient des pierres semblables, mais non dressées. (Ch. Costard. — E. Valette.)

MAISONCELLES-LA-JOURDAN

(Canton et arrondissement de Vire.)

Pierre signalée comme pouvant être un menhir. (Ch. Costard.)

MARTAINVILLE

(Canton de Thury-Harcourt, arrondissement de Falaise.)

Un hameau de cette commune, situé sur les confins de celle de Saint-Germain-Langot, porte le nom de *la Pierre-Affileresse*, nom parfois donné à des menhirs et à des polissoirs.

LE MESNIL-AUZOUF

(Canton d'Aunay-sur-Odon, arrondissement de Vire.)

La Pierre-Diallan, indiquée par erreur comme se trouvant sur cette commune. (*Voir* : Jurques.)

LE MESNIL-GERMAIN

(Canton de Livarot, arrondissement de Lisieux.)

Le nom d'un hameau de cette commune, *La Cour-Pierre-Levée*, semble indiquer l'existence d'un menhir ou d'un dolmen.

MONTCHAUVET

(Canton de Le Bény-Bocage, arrondissement de Vire.)

Quelques grosses pierres isolées, les unes plantées debout, les autres à moitié enfouies en terre, situées au hameau de la Plumaudière ou Primaudière, seraient, d'après M. Victor Chatel, des restes d'alignements occupant du sud-est au nord-

Digitized by Google

ouest une étendue en longueur de 400 à 500 mètres sur une largeur qui pouvait être de 100 à 150 mètres. Les lignes, partant d'un champ à gauche de la route d'Aunay à Vire par Danvou, un peu avant d'arriver au village de la Primaudière et descendant jusque dans les bas-fonds des étroites prairies du Hamel-Auvray, lui ont paru se terminer par trois ou quatre cromlechs formés de deux ou même de trois enceintes de pierres brutes, aujourd'hui enfoncées pour la plupart à fleur de terre ou sous le gazon. Les blocs de quartz qui formaient ces prétendus alignements ont été en grande partie enlevés ou enterrés. (*V.* Chatel : *Découverte à Montchauret des restes d'un grand alignement de pierres*, 1864.)

Les alignements de Monchauvet devaient, suivant M. Jules Lecœur, comprendre plus de 300 pierres. Le point central paraît être le champ du *Hou* ou du *Hu*, où s'élève le bloc le plus volumineux et quelques autres de dimensions moins considérables. Le monolithe principal, dressé sur la pointe, mesure $3^m,20$ de hauteur. Sa base a la forme d'un triangle dont les côtés ont $2^m,15$, $2^m,20$ et $1^m,35$.

NORON

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Sur un cap raboteux dont le plateau possédait une enceinte fermée du côté de la plaine par une ligne de pierres disposées en demi-cercle, se trouvait, d'après M. Léon Fallue, un dolmen brisé en 1811 par des casseurs de pierres. Ce monument se composait d'une table épaisse de $1^m,50$ et large de 4 mètres en tous sens, élevée à 50 centimètres de terre sur trois roches fondamentales. A quelque distance de là, sur la cime du mont, se voit une autre table longue de 5 mètres, large de 2 mètres et épaisse de 65 centimètres, dressée verticalement sur un de ses côtés. (Léon Fallue, *Sur quelques monuments druidiques des environs de Falaise*, 1857.)

PÉRIGNY

(Canton de Condé-sur-Noireau, arrondissement de Vire.)

L'*Inventaire des monuments mégalithiques de France* (1880) signale sur cette commune un menhir.

Les Pierres-de-Becquerel, indiquées par J. Lecœur, semblent être les restes d'un dolmen. Ce sont deux gros blocs carrés, placés sur la crête d'un escarpement presque abrupt et séparés de quelques pieds. La tradition prétend qu'ils supportaient une autre pierre qui fut précipitée dans le ravin qu'ils dominent.

PIERREFITTE

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Le nom de cette commune semble indiquer l'existence d'un menhir. On trouve parmi ses formes anciennes : *Petra Fica* (1008), *Petrafita* (1180), *Pierrefitte* (1215), *Petra Fixa* (1250), *Petra Ficta* (1264), *Pierre-Fiete* (1312) et *Pierrefrite au* XIVe siècle. (C. Hippeau, *Dictionnaire topographique du département du Calvados.*)

PIERREFITTE

(Canton et arrondissement de Pont-l'Évêque.)

Nom rappelant l'existence d'un menhir.

Digitized by Google

PIERRES

(Canton de Vassy, arrondissement de Vire.)

Un menhir indiqué dans l'*Inventaire des monuments mégalithiques de France* (1880).

LE PLESSIS-GRIMOULT

(Canton d'Aunay-sur-Odon, arrondissement de Vire.)

Dans la bruyère se trouve *la Pierre-Grise*, qui, dit-on, grossit un peu tous les ans et recouvre un trésor. (Ch. Costard.)

POTIGNY

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Sur le mont Joly, près *la Brèche-au-Diable*, est une enceinte dans laquelle se voyait, d'après Fallue, une roche pyramidale élevée de 3 mètres, dominant le précipice de Saint-Quentin-de-la-Roche. (Léon Fallue, *Sur quelques monuments druidiques des environs de Falaise.*)

M. Ch. Costard n'a retrouvé sur cette commune qu'une pierre à légende, de forme arrondie, dite *la Pierre-Ronde*, haute de $1^{m},80$.

PROUSSY

(Canton de Condé-sur-Noireau, arrondissement de Vire).

Il y aurait un dolmen sur cette commune suivant l'*Inventaire des monuments mégalithiques de France* (1880).

RÉVIERS

(Canton de Creully, arrondissement de Caen.)

Il existe sur cette commune un menhir *(fig. 6)* haut d'environ un mètre. (J. Tirard.)

FIG. 6. — Menhir de Réviers *(d'après un croquis de J. Tirard)* $\frac{1}{50}$.

LA ROQUE ou LA ROCQUE

(Canton de Vassy, arrondissement de Vire.)

Un menhir indiqué sur l'*Inventaire des monuments mégalithiques de France* (1880).

SAINT-GERMAIN-DE-TALLEVENDE

(Canton et arrondissement de Vire.)

Un dolmen au Mont-Savarin, près du hameau de La Chaudronnière. (Ch. Costard.)

Jules Lecœur, dans ses *Esquisses du Bocage Normand*, donne sur ce monument les renseignements suivants : *La Loge-aux-Sarrasins*, au lieu dit le Pont-

Digitized by Google

Savarin, dolmen en granite formé de cinq supports de dimensions différentes profondément enfoncés en terre, dessinant à peu près un carré et supportant une table qui pouvait avoir à l'origine 3m,33 de longueur, 2m,66 de largeur et 66 centimètres d'épaisseur.

Cette table, mutilée à la fin du siècle dernier, n'a plus maintenant que 3 mètres de long sur 2m,33 de large.

SAINT-GERMAIN-LE-VASSON

(Canton de Bretteville-sur-Laize, arrondissement de Falaise.)

Près du Trou-du-Diable, menhir dit *la Pierre-Piquet*, haut de 2m,60. En comptant ce qui est enfoui, il doit avoir au moins 3 mètres.

Dans les rochers qui bordent la Laize, il y a une table de pierre de 4m,33 de long sur 2m,66 de large, qui semble posée sur des appuis par la main de l'homme. (Ch. Costard. — Galeron.)

SAINT-PAUL-DU-VERNAY

(Canton de Balleroy, arrondissement de Bayeux.)

En 1863, des travaux agricoles mirent à découvert au Vernay un dolmen enfoui dans le sol, sans traces de tumulus. Il se composait de cinq forts supports recouverts de deux tables, formant une chambre de 3 mètres de long sur 2m,70 de large. Le tout était en granite, pierre étrangère à la localité. (G. Villers, *Bulletin monumental*, 1874.)

SAINT-SEVER-CALVADOS

(Chef-lieu de canton, arrondissement de Vire.)

M. Gustave Frinault a signalé à M. Ph. Salmon un groupe de pierres nommé *les Pierres-Couplées*, situé dans la forêt de Saint-Sever. Il comprend deux tables reposant, l'une sur trois supports, l'autre sur un seul support, et oscillant légèrement. L'ensemble a de 1m,50 à 2 mètres de hauteur. Il s'agit sans doute d'un dolmen en ruine. Ce monument doit être le même que celui portant le nom de *la Pierre-Couplée*, situé sur le territoire de la commune du Gast. (*Voir :* Le Gast.)

SOUMON-SAINT-QUENTIN

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Sur le plateau de Saint-Quentin-de-la-Roche existerait un dolmen composé d'une dalle longue de 4 mètres supportée par trois pierres hautes chacune de 90 centimètres. (Léon Fallue, *Sur quelques monuments druidiques des environs de Falaise.*)

LE TRONQUAY

(Canton de Balleroy, arrondissement de Bayeux.)

Dolmen sous tumulus. (Ch. Costard.)

Digitized by Google

USSY

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Galeron cite à Ussy deux menhirs : l'un, *la Pierre-du-Pôt* ou du *Post*, mesurant 2m,33 de long et situé près du hameau de ce nom, a été renversé; l'autre, *la Pierre-de-la-Robine*, haut de 3m66, a été dessiné par d'Oilliamson et lithographié dans l'atlas de la *Statistique de l'arrondissement de Falaise.*

Au sud-ouest d'Ussy, près du hameau de la Hoberie ou Hauberie, existe un menhir nommé *Pierre-de-la-Hoberie*, qui, d'après Léon Fallue, n'a pas moins de 3 à 4 mètres d'élévation. Ce monument est sans doute le même que celui appelé par Galeron *Pierre-de-la-Robine.*

Au sud du village du Pôt, la Carte de l'État-major indique un mégalithe sous le nom de : *la Roche* (monument celtique). C'est peut-être *la Pierre-du-Post.* (Galeron. — De Caumont.)

VENDEUVRE

(Canton de Morteaux-Coulibœuf, arrondissement de Falaise.)

Un hameau de cette commune porte le nom significatif de *Pierrefite.*

VILLERS-CANIVET

(Canton et arrondissement de Falaise.)

Roche en quartz plantée comme un menhir. Le sommet a été brisé et l'élévation au-dessus du sol n'est plus que de 80 centimètres, sur 2 mètres de largeur et 60 centimètres d'épaisseur. (Ch. Costard.)

VILLERVILLE

(Canton de Trouville, arrondissement de Pont-l'Évêque.)

Un menhir nommé *la Grosse-Pierre*, au lieu dit La Bergerie. (E. Valette.)

VILLY-BOCAGE

(Canton de Villers-Bocage, arrondissement de Caen.)

Dans un petit vallon, sur la rive gauche du ruisseau qui faisait marcher le vieux moulin de Pierrelaye, est un menhir mesurant environ 3 mètres de hauteur sur 2 mètres de largeur. C'est un quartier de schiste dont l'épaisseur diminue vers le sommet et qui, vu par sa tranche, a l'aspect d'une aiguille. Le hameau de Pierre-Laye ou Pierrelée tire sans doute son nom de ce monument. Cet endroit portait déjà en 1224 le nom de *Petra-Levata.* (De Caumont.)

C'est probablement par erreur que l'*Inventaire des monuments mégalithiques de France* indique dans cette commune un dolmen au lieu d'un menhir.

Digitized by Google

M. Léon COUTIL

Secrétaire de la Société normande d'Études préhistoriques.

ANNEAUX EN PIERRE TROUVÉS EN NORMANDIE ET SPÉCIALEMENT DANS LE BASSIN DE LA SEINE

— Séance du 18 août 1894 —

L'an dernier, M. G. de Mortillet a publié, dans le *Bulletin de la Société d'Anthropologie*, une note sur des instruments trouvés dans le bassin inférieur de la Seine. Notre savant maître a signalé parmi ces objets :

1° Un fragment d'anneau en pierre, orné de stries, appartenant à M. Doré-Delente; il a été trouvé au hameau de la Madeleine, près Nonancourt (Eure).

Le diamètre de l'extérieur mesure 174 millimètres, le diamètre du vide intérieur 95 millimètres; le bord, très aplati, mesurait donc près de 40 millimètres. Ce bracelet est en roche calcareo-argileuse tendre. Il porte de chaque côté de profondes rainures très évasées en haut; mais l'ouvrier, très maladroit, ne les a pas tracées l'une au-dessus de l'autre et si, d'un côté, la rainure est sensiblement arrondie, de l'autre elle est nettement anguleuse...

Nous croyons intéressant d'ajouter à cette citation les découvertes de parures semblables trouvées également en Normandie.

2° Un anneau entier provenant des *Chenets*, près Saint-Martin-du-Tilleul (Eure); trouvé en 1830 avec plusieurs autres au bras d'un squelette, il fut offert, par M. A. Le Prévost, au Musée de Rouen. Il est en jade, ses bords sont épais, son diamètre total est de 102 millimètres et la largeur du pourtour de 8 centimètres.

3° Dans le département du Calvados, à Mézidon, on découvrit en 1832, à un mètre de profondeur, dans la même sépulture, onze de ces anneaux : les trois plus grands étaient sous la tête, et les huit petits sous les pieds. Cette découverte a été signalée dans le *Cours d'Antiquités monumentales*, de DE CAUMONT, t. I, p. 155, et reproduite par *les Matériaux*, t. III, p. 71.

4° Dans le même département, à Écajeul, on découvrit, sous un tumulus, quatre anneaux complets de 10 centimètres de diamètre; les bords intérieurs des plus grands sont presque droits, mais les bords extérieurs sont un peu arrondis. Ils le sont davantage sur les plus petits dont le diamètre extérieur est de 7 centimètres, ainsi que sur deux autres fragments, d'un grand et d'un petit anneau. Ces parures sont en pierre ollaire verte; elles étaient placées à la tête et aux pieds du défunt : elles se trouvent au Musée de la Société des Antiquaires de Normandie.

Digitized by Google

5° Un anneau de schiste existe au musée de Bayeux ; il a été trouvé dans les environs.

6° Un anneau de serpentine, mesurant environ 11 centimètres de diamètre, avec ses bords un peu coupants, a été trouvé au Mont-Saint-Michel (Manche) ; il a appartenu à M. Laisné, d'Avranches (*Matériaux*, t. I, p. 393.)

7° Un autre provenant du Diepel, au Rosel (Manche) ; son diamètre était de 158 millimètres, la largeur du pourtour aplati est de 38 millimètres et le diamètre médian de 82 millimètres.

8° Au Musée d'Avranches s'en trouvent trois autres trouvés à la Lande-d'Éron (Orne).

9° En 1893, M. Collin en trouvait un petit de 5 centimètres de diamètre dans le dolmen de Copière, situé sur les rives de l'Epte, à la limite du Vexin normand.

10° Nous avons recueilli, aux environs des Andelys (Eure), sur les plateaux, deux fragments d'anneaux en schiste gris, dont l'un, tacheté, rappelle un des fragments d'Écajeul.

11° Toujours dans le Vexin, nous avons recueilli à Vesly un très bel anneau en schiste gris micacé, dont le diamètre extérieur mesure 13 centimètres et la bande annulaire 3 centimètres de large. Les deux bords en ont été abattus en chanfrein et ensuite arrondis ; ils portent encore les traces de raclage ou du sciage. Des ossements humains, malheureusement perdus, gisaient à côté.

Nous attirerons plus spécialement l'attention sur les découvertes qui vont suivre :

12° Celle d'un anneau assez petit, en jade, avec les bords assez aigus.

13° L'autre, plus grand, en schiste rosé, avec des bords plats de 16 centimètres de diamètre et 11 centimètres de largeur. Ces deux pièces furent trouvées à Pitres (Eure), dans les ruines romaines et sur la rive droite de la Seine.

14° A 400 mètres plus loin, en exploitant une ballastière, on découvrit un anneau entier en jade, avec des ossements humains qui furent abandonnés : cet anneau mesure 12 centimètres de diamètre.

15° A 2 kilomètres plus loin, entre Léry et Tournedos, sur la rive gauche, on découvrit, vers 1880, dans la partie supérieure d'une sablière, avec des ossements humains qui ne furent pas recueillis, sept anneaux plats peu réguliers en schiste gris : ils ont tous à peu près comme diamètre 8 centimètres, leur épaisseur varie entre 4 centimètres et 8 centimètres ; leurs bords sont arrondis.

16° Toujours sur la même rive, à une vingtaine de kilomètres plus loin, les terrassiers qui travaillaient à la ballastière de Saint-Pierre-la-Garenne (Eure) et auxquels nous avions recommandé de ramasser les ossements et les silex taillés, découvrirent à la fin de l'année 1893 un squelette qui avait au bras trois anneaux ; malheureusement, l'ouvrier brisa le tout. Ces anneaux sont en schiste gris noirâtre ; ils mesurent 13 centimètres de largeur totale et la bande annulaire 3 centimètres ; les bords extérieurs sont arrondis et rappellent ceux qui viennent d'être décrits ci-dessus.

MM. Gallois et Spalikowski, qui ont présenté ces débris à la Société des Sciences naturelles de Rouen, ont vu, dans une portion du frontal, *un crâne franchement dolichocéphale*. Nous croyons plus prudent, en se basant sur ce qui reste, de signaler les arcades sourcilières très développées et rappelant celles du crâne de Néanderthal ; le frontal qui porte sur le côté

Digitized by Google

gauche une forte ostéite, étant plus large, indiquerait plutôt la brachycéphalie; la ligne âpre, très accusée sur les tibias et les cubitus sont carrés.

Il nous a semblé utile d'attirer l'attention sur cette série de découvertes faites dans un rayon de 20 kilomètres, et toujours le long de la Seine. Il faut espérer que des découvertes d'ossements plus complets permettront de caractériser cette race dont les morts n'avaient pour tout ornement funéraire, soit à la tête, au poignet ou aux pieds, que des anneaux de schiste, ou de jade, ou en pierre ollaire verte, dont les bords intérieurs sont toujours droits, tandis qu'à l'intérieur ils sont généralement arrondis ou aplatis.

M. Paul PALLARY

Professeur, à Eckmühl (Algérie)

LE NÉOLITHIQUE ORANAIS

— Séance du 13 août 1894 —

I

Les environs d'Oran sont riches en grottes préhistoriques. — Depuis 1886, date des premières explorations, plusieurs de ces grottes ont été fouillées et nous ont fourni, tant à MM. Doumergue et Tommasini qu'à moi, une remarquable série de matériaux, aux points de vue paléontologique et archéologique. C'est grâce à cette abondance que nous devons de pouvoir esquisser aujourd'hui un état sommaire des civilisations anciennes dans notre région.

Les grottes explorées jusqu'à ce jour dans les environs d'Oran sont au nombre de huit. Ce sont :

Les Troglodytes, explorés de 1886 à 1891 par MM. Tommasini et Pallary.
Le Polygone, exploré de 1886 à 1893 par MM. Doumergue et Pallary.
Noiseux, exploré de 1890 à 1894 par MM. Tommasini, Doumergue et Pallary.
Le Ciel ouvert, exploré en 1892 par M. Doumergue.
El Cuartel exploré de 1892 à 1893 par MM. Doumergue et Pallary.
Chabet-Choufil, exploré en 1894 par MM. Doumergue et Pallary.
La Tranchée, explorée en 1891 par M. Pallary.
La Plage, explorée de 1887 à 1890 par M. Pallary.

Digitized by Google

Il reste bien encore à fouiller quelques abris aux environs, mais ces fouilles ne modifieront guère nos connaissances sur la faune et l'industrie néolithique de la région oranaise.

ÉTUDE GÉNÉRALE DE LA FAUNE

Toutes les cavernes fouillées nous ont présenté une faune homogène qui offre des caractères remarquables en ce sens qu'elle peut être à la fois une faune quaternaire ou une faune actuelle. En effet, sur soixante-dix-sept espèces animales constatées nous relevons huit espèces disparues, huit espèces émigrées et soixante et une qui vivent encore dans les environs.

Or, il faut remarquer que sur les espèces émigrées ou vivant dans les environs d'Oran, l'Autruche existait à Oran dès le plaisancien *(pliocène ancien)*, et dans les dépôts quaternaires qui surmontent les phosphorites nous avons trouvé, en plus de l'Hippopotame ou du Rhinocéros, un Bœuf, le Cheval, le Bubale, la Tortue de terre et une faune d'Hélicidées qui ne diffère pas de la faune actuelle. Même la faune pliocène des Mollusques terrestres ne s'écarte pas sensiblement des types actuels.

Nous insistons sur ces points pour bien prouver que, malgré l'existence d'une majorité d'espèces vivantes encore aujourd'hui, rien n'empêcherait de considérer comme quaternaire la faune des grottes d'Oran. C'est là un argument de premier ordre en faveur de l'ancienneté des couches néolithiques.

Nous ne pouvons nous étendre longuement sur l'étude détaillée de cette faune. M. Pomel a entrepris la publication des Vertébrés de la faune ancienne du nord de l'Afrique, pour laquelle nous avons fourni bon nombre de matériaux. M. Doumergue (1) a également publié un bon travail sur la faune de la grotte de l'Oued Saïda et nous avons nous-même (2) donné le premier catalogue de la faune néolithique, au Congrès de Marseille.

Nous avons cependant quelques mots à dire au sujet du Cheval. Cet Équidé est fréquent dans le quaternaire algérien : Palikao, Aboukir, Oran (brèches osseuses et couche inférieure blanche ou rouge des grottes) et on ne le trouve que bien rarement dans le néolithique *ancien*. Puis, dans les couches plus récentes, il réapparaît en abondance. Nous sommes d'accord avec M. Doumergue lorsqu'il écrit : le Cheval et l'Ane auraient donc disparu de nos contrées pendant une période difficile à limiter.

Pour le Chien, nous constatons qu'il manque pendant le quaternaire, le néolithique ancien et qu'il n'apparaît que dans les couches les plus récentes de nos cavernes.

(1) Doumergue et Poirier, *La Grotte préhistorique de l'Oued Saïda* in *Bull. Soc. Géogr. Oran*, 1894.
(2) Pallary et Tommasini, *La Grotte des Troglodytes*, in *Ass. fr. av. sc.* Marseille II.

Digitized by Google

Le Phacochère a été trouvé par M. Doumergue dans la grotte du Polygone. M. Pomel considère cette espèce comme ne différant pas de l'espèce actuelle (*Ph. æthiopicus*, Cuv.). Les débris de cet animal sont très rares; de plus, comme ils font partie, dans un autre gisement, d'une faune franchement quaternaire, nous sommes autorisés à admettre que le Phacochère vivait dans les environs d'Oran à la fin du quaternaire.

Pour les Mollusques, nous avons déjà fait remarquer que presque toutes les Pourpres *(P. hæmastoma)* ont été fracturées perpendiculairement à l'axe. Nous devons ajouter que les Troglodytes oranais étaient des collectionneurs de premier ordre, car nous possédons des séries de coquilles comestibles sur la face interne desquelles se sont fixées des balanes ou des serpulaires, ce qui nous prouve bien qu'elles étaient recherchées pour l'ornementation. De plus, une bonne partie des valves de pectoncles proviennent des dépôts marins (plages soulevées) de Saint-Jérôme. Le grand cône cité au Congrès de Marseille est originaire de ce gisement.

Enfin, signalons la présence de l'*H. mélanostoma*, qui ne vit plus dans les environs d'Oran depuis bien longtemps. Comme nous ne possédons qu'un seul exemplaire de cette coquille, il est à présumer qu'elle a été recueillie vide. Si elle avait servi à l'alimentation, elle serait plus abondante.

ÉTUDE GÉNÉRALE DE L'INDUSTRIE

L'industrie néolithique offre des variations encore plus tranchées que la faune dans les diverses cavernes d'Oran. Elle diffère par la présence, l'absence ou la rareté de la poterie, des pointes pédonculées, des trapèzes et des haches en pierre polie.

C'est ainsi que nous remarquons que la pierre polie et la poterie font défaut dans la moitié de la grotte du Polygone et qu'elle est abondante dans la caverne de Noiseux, que les trapèzes, communs aux Troglodytes manquent dans les deux autres et qu'il n'y a que le Cuartel et les Troglodytes qui ont fourni des pointes de traits taillées sur les deux faces.

Dans la grotte du Polygone, il y a deux parties juxtaposées, l'une à droite, l'autre à gauche, toutes deux séparées par un banc de rochers éboulés pendant l'habitation de la grotte. Dans la portion de droite, nous avons observé une industrie qui est presque le magdalénien classique : pointes en os poli ornées de stries (manquant absolument dans les autres cavernes); abondance excessive de matières colorantes à hématites, fer oligiste micacé, ocres de diverses nuances et argiles coloriées; rareté, pour ne pas dire absence, de la poterie; absence de haches polies et fréquence de petits silex à dos retaillé; mais nous n'avons pas un seul de ces trapèzes si caractéristiques. On ne peut pas trouver plus d'analogies

Digitized by Google

avec le magdalénien en tenant compte des différences de faune et de latitude.

Notons au-dessus de cette industrie si typique un niveau récent sur lequel nous aurons à revenir.

Dans la portion gauche, la poterie — tout en restant rare — est plus commune, mais la hache polie n'existe pas encore.

Dans la grotte voisine des Troglodytes l'industrie que nous avons extraite était au contraire bien plus riche et bien plus avancée. Les nombreuses poteries sont remarquables par leur ornementation, trois haches polies ont été trouvées ainsi qu'une pointe de flèche pédonculée retaillée sur les deux faces et des trapèzes.

Enfin, dans la grande caverne de Noiseux, les haches polies sont abondantes, mais l'os poli est plus rare et la poterie plus archaïque.

Mentionnons encore la grotte du Cuartel qui paraît avoir été surtout une grotte sépulcrale et la grotte du Chabet-Choufil qui a donné une hache polie, mais qui a été trop remaniée pour fournir d'utiles indications.

Enfin, à la surface de toutes les cavernes, nous trouvons des objets de natures très diverses, mais où le métal fait défaut, qui n'avaient pas attiré notre attention jusqu'au moment de la découverte, dans la partie droite de la caverne du Polygone, d'un remarquable débris de poterie.

Le dessin que nous donnons ci-contre indique sûrement une origine étrangère : grecque ou phénicienne?

Ajoutons que ce morceau est rougeâtre et d'une pâte très fine.

La couche superficielle, surtout dans la grotte du Cuartel et celle du Polygone, offre de nombreux ossements : bœuf, mouton, sanglier, cheval, chien, qui offrent ce caractère général de n'être pas fracturés comme ceux des autres couches; de plus, l'aspect de l'os est plus frais. C'est là, mêlés aux cendres, débris et déjections, que sont les fragments de poteries de plusieurs types, mais dont quelques-uns sont remarquables par leur peu d'épaisseur et la cuisson de la pâte. Il se peut que ces poteries aient été obtenues par échange avec des marins étrangers.

CONCLUSIONS

Ces comparaisons nous permettent d'expliquer les différences que nous constatons dans l'industrie des diverses cavernes oranaises. Nous avions même entrevu la raison de ces différences, lorsque nous écrivions : « A l'époque néolithique, la grotte (des Troglodytes) a dû être habitée pen-

Digitized by Google

dant une longue série de temps... puis comme les ossements, la terre et les détritus de toute sorte s'amassaient rapidement, les habitants rejetaient au dehors et terre et ossements. Cette opération a dû être répétée très fréquemment... (1) »

Eh bien, cette action de vider les grottes dès que le niveau des détritus s'élevait trop a été générale à l'époque néolithique; mais comme cette action n'a pas été simultanée il s'ensuit que l'industrie des derniers occupants offre des différences assez tranchées.

Cette action a été générale, disons-nous, et nous en avons la preuve parce que devant toutes les grottes il y a une coulée de terreau avec des débris anciens.

Ainsi donc, les cavernes oranaises ont été habitées d'une façon continue depuis l'époque moustérienne jusqu'à la fin du néolithique. Seulement, comme à cette dernière époque les cavernes ont été vidées par leurs habitants, il s'ensuit que tous les niveaux antérieurs ont disparu laissant en superposition directe un niveau quaternaire et un niveau bien plus récent; mais les pentes ou des recoins nous ont donné quelques pièces qui ne laissent aucun doute sur l'existence des couches antérieures.

Or, tandis que la grotte des Troglodytes a dû être vidée plusieurs fois, la grotte du Polygone l'a été bien moins et dans la partie droite de cette grotte nous trouvons la première série du néolithique, ou plutôt la dernière série du quaternaire (magdalénien) dans toute son intégrité, et par l'examen de diverses fouilles, nous assistons ainsi très nettement à l'évolution de ce néolithique, qui atteint son maximum de développement aux Troglodytes, pour décroître et disparaître sans doute sous une influence étrangère.

M. Alfred CARAVEN-CACHIN

Lauréat de l'Institut, à Salvagnac (Tarn).

LE CIMETIÈRE BARBARE DU GRAVAS, PRÈS GAILLAC (TARN)

— Séance du 13 août 1894 —

Le Cimetière du Gravas, dont nous avons commencé l'étude en 1887, et qui a déjà enrichi la sépulcrologie de bijoux du plus haut intérêt, vient encore de nous livrer une boucle d'oreille en argent et en bronze

(1) PALLARY et TOMMASINI, *loc. cit.*

Digitized by Google

d'un travail fin et délicat, qui annonce beaucoup d'adresse et témoigne d'une industrie avancée (1).

Tout le monde sait que ces bijoux forment le complément de toute parure barbare; cependant ces ornements étaient restés jusqu'à ce jour complètement inconnus dans les tombes du Tarn et dans les cimetières du midi de la France, à cause, sans doute, du défaut d'observations dans les trouvailles et de l'absence de fouilles méthodiques dans les fosses. Aussi, la boucle d'oreille qui vient de surgir du sol du Gravas est très précieuse pour l'archéologie du ve siècle.

Ce bijou se compose :

1° D'une tige de bronze tordue de la grosseur de notre fil d'archal, recourbée à une de ses extrémités, qui s'emboîtait dans le pendant en argent qui était creux. L'autre extrémité de la tige était soudé au pendant. Le diamètre de l'anneau de bronze était de 6 centimètres, tandis que la circonférence mesurait 20 centimètres.

2° Le pendant, de la grosseur d'une noisette, se compose d'une pièce en argent taillée à facettes et ornée d'incrustations du plus gracieux effet. L'intérieur des quatre facettes, taillées en losange, était rempli par une pâte colorée en rouge, recouverte par des lames de verre très mince d'un jaune très clair.

Rien de plus élégant que ce travail de joaillerie barbare. Au point de vue de l'art et du goût, il figurerait, avec autant de bonheur, dans un bazar moderne que dans un musée antique.

Ce genre de boucle d'oreille n'est pas rare dans les cimetières barbares de toute la France.

Cependant, il n'en est pas moins, pour les morts qui le portent, un indice d'opulence et d'élévation sociale.

M. l'abbé Cochet a recueilli un grand nombre de boucles d'oreilles semblables à celles de Gaillac, dans la Seine-Inférieure (2). M. Moreau en a ramassé dans les sépultures de Chasseny, au Grand-Hole, en dehors de la nécropole explorée il y a vingt ans (3). M. Delamain en a trouvé dans une tombe féminine d'Herpes, près Jarnac (4).

La forme de la boucle d'oreille du Gravas avait été regardée jusqu'à ce jour comme caractéristique de l'époque franque, car elle avait toujours été rencontrée en France dans les pays francs. Mais M. Delamain vient de signaler un pendant identique dans les tombes d'Herpes qui seraient wisigothiques, d'après M. le baron de Baye, car le cimetière de la Charente

(1) Alfred CARAVEN-CACHIN, *Le Cimetière mérovingien du Gravas, avec photographies*. Gaillac, 1891 et 1892.

(2) *La Normandie souterraine*, p. 278, 438, etc. — *Sépultures franques et normandes*, p. 158, 173, 180, etc.

(3) *Album Caranda*, 1888, pl. 95e. — Nouvelle série.

(4) *Le Cimetière d'Herpes*, 1892.

Digitized by Google

paraît antérieur à l'année 508 pendant laquelle Clovis s'empara d'Angoulême (1).

D'un autre côté, la boucle d'oreille de Gaillac, avec chaton polyédrique, a été signalée dans les cimetières de la Hongrie (2) et de la Crimée (3) ; et M. de Baye, dans ses études comparatives, nous montre le lien qui unit nos bijoux occidentaux avec ceux que les antiquaires hongrois et russes ont rencontrés dans leur pays (4). Mais il n'en reste pas moins étrange d'observer, à des centaines et à des milliers de lieues de distance, des boucles d'oreilles que l'on pourrait croire sorties du même atelier et façonnées par la main du même ouvrier. Il est étonnant de rencontrer au Gravas (Tarn) et à Herpes (Charente), des modèles de pendants exactement semblables à ceux que l'on trouve au Caucase, en Italie, en Angleterre, en Scandinavie et dans toute la France du nord.

En 1887, nous émettions l'idée que l'agrafe et la boucle de ceinturon du Gravas pouvaient appartenir aux races wisigothes qui s'établirent à Toulouse, au commencement du ve siècle ; mais plusieurs éminents archéologues de Paris et du nord de la France pensèrent que les tombes de Gaillac remontaient plutôt au vi^e et au viie siècles de notre ère (5). Alors l'idée de l'influence gothique fut abandonnée, car les Francs chassèrent les Wisigoths de la Gaule, en 507.

Aujourd'hui que nous commençons à recueillir un certain nombre d'antiquités, nous reconnaissons volontiers que les sépultures du Gravas trahissent des influences étrangères.

Il est possible, probable même, qu'à Gaillac comme à Herpes, tout le mobilier funèbre de ces cimetières n'appartient pas à l'art wisigothique ; mais il est également incontestable que certaines parures barbares que renferment ces nécropoles aient subi l'influence gothique. Du reste, toutes les sépultures du sud et du sud-ouest de la France ne sont certainement pas wisigothes, comme l'a affirmé dernièrement un archéologue toulousain, qui vient de publier un excellent ouvrage sur cette matière (6).

Dans l'état actuel de la science, il est plus sage d'attendre de nouvelles découvertes. Lorsque nous posséderons plus de matériaux, nous pourrons être plus affirmatif et substituer des conclusions aux simples propositions inspirées par la prudence, que nous émettons aujourd'hui.

(1) Congrès des Sociétés savantes à la Sorbonne, 23 mai 1891.
(2) De Baye, *De l'art barbare en Hongrie*, p. 10.
(3) Musée historique de Moscou. — Tolstoï et Kondakoff : *Antiquités russes* ; 3e livraison.
(4) *De l'influence de l'art des Goths en Occident.*
(5) *Mémorial de Gaillac*, n° du 3 decembre 1887.
(6) Barrière-Flavy, *Étude sur les sépultures barbares du midi et de l'ouest de la France*. 1892.

Digitized by Google

M. Félix REGNAULT

à Toulouse.

LES HALTES DE CHASSE ET DE PÊCHE DE L'ÉPOQUE DU RENNE

— Séance du 13 août 1894 —

LA HALTE DE MONTFORT, PRÈS SAINT-LIZIER (ARIÈGE).

Dans les pays où de vastes espaces sont encore inhabités et où, par conséquent, le gibier peut se trouver en abondance, les chasseurs ont des endroits bien choisis où ils s'installent pour un séjour temporaire selon les saisons et le gibier qu'ils veulent capturer.

A l'époque quaternaire, alors que tout notre Midi avait un assez rude climat et une faune assortie, c'est-à-dire les animaux du Nord scandinave, nos ancêtres avaient, eux aussi, des centres principaux d'habitation établis à l'entrée des vastes grottes, et tout autour, quelquefois assez loin, des haltes de chasse et de pêche.

On connaît déjà un assez grand nombre des uns et des autres. Il y a généralement une habitation principale à l'entrée des vallées pyrénéennes, par exemple dans les grottes de Gourdan en face de Montréjeau, de Lortet entre Lannemezan et Sarrancolin, des Espelungues au-dessus de la grotte miraculeuse de Lourdes, d'Arudy au sud de Pau. Là, dans les profondeurs du rocher, ou à l'abri de ses vastes surplombs, les débris de tous genres, rejets de cuisine et objets travaillés de pierre et d'os sont accumulés dans d'épais foyers en quantité prodigieuse et forment, ou plutôt formaient, car on les a beaucoup exploités depuis trente ans, des couches très épaisses. De tels amas révèlent de longs siècles d'occupation par des générations qui se sont succédé dans ces premières habitations humaines.

L'Ariège est bien plus riche que les autres départements, les stations y sont nombreuses et assez bien disséminées sur tout le territoire. Ainsi, nous avons des centres d'habitation, des gisements de premier ordre dans la célèbre grotte du Mas-d'Azil, si merveilleusement fouillée par notre savant collègue, M. Piette, dans la grotte inférieure de Massat, dans celle d'Alliat-de-la-Vache, près Tarascon, et d'autres moins notables à Mon-

Digitized by Google

tesquieu-Avantès, à Montseron, près de Durban. Il est plus que probable que les environs de Foix, vers la plaine, n'ont pas livré tous leurs dépôts, il y a çà et là bon nombre de petits abris naturels inexplorés. La preuve qu'il en peut être ainsi nous est donnée par ce qui vient de se passer dans le voisinage de Saint-Girons.

Quand on suit la route ou la voie ferrée, au départ de cette ville, on chemine le long d'une colline qui domine sur la rive gauche la rivière du Salat. La roche calcaire est couverte d'une abondante végétation. Les broussailles sont si touffues qu'elles cachent un certain nombre de fissures, d'anfractuosités irrégulières, disposées cependant plutôt en forme de fentes plus ou moins élargies pour donner passage à quelques personnes et à les y abriter.

La plus vaste, à mi-chemin de Saint-Lizier, porte le nom de Montfort et mérite d'être signalée.

L'entrée de l'abri, située à 7 ou 8 mètres au-dessus de la rivière, mesure $3^m,50$ de large ; la hauteur de la voûte 5 mètres environ. On fait quelques pas et l'on se trouve au milieu d'un vestibule où l'air et la lumière pénètrent abondamment. Sur la droite s'ouvre un couloir ou fissure large de $1^m,80$ à 2 mètres et long de 7 à 8 mètres. Sur la gauche, un second couloir s'ouvre et va rejoindre une seconde ouverture sur les flancs abrupts du coteau. Ce couloir, le plus intéressant, mesure environ 9 mètres, la largeur moyenne est de $1^m,50$ à $1^m,80$, c'est l'emplacement des foyers. Ce couloir de gauche était presque complètement bouché par les déblais et la terre. M. Miquel, commis principal des contributions indirectes, sur mes indications, a fait des fouilles minutieuses avec beaucoup de patience et un grand succès. Cet amateur distingué m'a communiqué ses observations, ses trouvailles, et je dois ici, avant tout, lui exprimer tous mes remerciements. Grâce à lui et aux quelques journées de travaux que j'ai moi-même dirigées avec des ouvriers intelligents, le couloir est complètement fouillé, et il est facile de se rendre compte de l'étendue de l'abri à l'époque où il était fréquenté par les chasseurs primitifs.

Les excavations de la montagne ont été fréquentées de tout temps par les gens du pays. Les traces de ces occupations successives plus ou moins courtes, ont été d'abord reconnues à Montfort par M. E. Filhol, professeur à l'École de Médecine et à la Faculté des Sciences de Toulouse. Il y a une vingtaine d'années, quelques fouilles superficielles mirent à découvert, à côté de débris modernes, à 50 centimètres environ et 1 mètre de profondeur, des ossements humains, des poteries romaines et des fragments de bracelets de bronze. J'avais noté soigneusement le fait. Je projetais la continuation des recherches, mes relations de famille m'appelant souvent dans cette charmante région. Mais on remet trop

Digitized by Google

souvent au lendemain ce qu'on pourrait faire la veille, et je me contentais de faire de temps en temps à la grotte quelques visites de bon souvenir.

Quelques sondages dans les couches superficielles m'avaient donné des ossements de bœuf, de mouton, de cerf, de sanglier, mélangés à quelques rares silex taillés dans les profondeurs, et des fragments de meules de granit semblables, par exemple, à celles que j'ai recueillies à la grotte de la Vache, à Alliat.

Fig. 1.

M. Miquel, qui avait assisté aux fouilles du Mas-d'Azil et qui avait pratiqué lui-même des fouilles intelligentes dans divers abris, entreprit, sur mes indications, l'exploration complète de l'abri de Montfort.

La galerie de gauche, fouillée jusqu'à la roche, était recouverte d'une stalagmite de 8 centimètres d'épaisseur; au-dessous, une couche composée d'une quantité d'hélix formant un conglomérat avec de la terre noire, de la cendre et du charbon. Cette couche avait $1^{m},50$ dans la partie faisant face à Saint-Girons. Partout ailleurs, cette couche, qui se retrouvait, ne dépassait pas 10 à 20 centimètres de profondeur. Au-dessous, premier foyer, épaisseur 12 centimètres, avec cendres, terre noire, nombreux galets (ophite, quartz, granits), débris d'ossements (renne [rare], cerf, bœuf, cheval), et silex taillés avec retouches sur les bords et de nombreux éclats; en fait d'os ouvrés, trois harpons, dont deux de bois de cervidés *(fig. 1)*, portant deux, trois et quatre barbelures, des os pointus, des bois de cerf, sciés intentionnellement pour en extraire des parties destinées à la fabrication des objets.

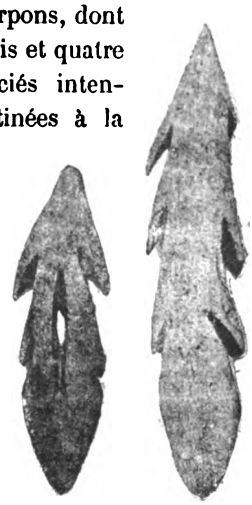


Fig. 2.

Un deuxième foyer, épais d'environ 18 centimètres, était séparé du premier par un dépôt fluviatile de 32 centimètres environ formé de limon et de cailloux roulés. Les silex dans cette couche sont moins abondants et de plus petite dimension; avec eux étaient des dents percées (objets de parure ou ornements), des aiguilles d'os admirablement taillées et polies, perforées d'un chas très fin; plusieurs pointes de flèches de bois de cervidé, barbelées, l'une de 12 centimètres de long, portant dix barbelures sur le même côté, des coquillages marins perforés intentionnellement et qui devaient faire partie des parures, puis un certain nombre d'os travaillés, ou portant des encoches, stries, ornementation grossière et

Digitized by Google

primitive, objets cassés, pointes de flèches et harpons perforés (*fig. 2*), abandonnés par les chasseurs autour du foyer.

La faune, dans cette couche, est représentée par une molaire de cheval, des dents de sanglier, une molaire de bœuf, une dent et un ongle de renne, du bois de cerf de grande dimension, de nombreux oiseaux de grande taille, deux vertèbres de poisson, des enveloppes de châtaignes, des glands et des noisettes.

Un fait à noter : l'absence d'escargots.

Au-dessous vient une nouvelle couche de limon fluviatile avec gros galets, et enfin un troisième foyer renfermant de semblables choses dans ses terres noires, charbonneuses et brûlées.

Je signale deux pointes de flèche en os (*fig. 3*) nouvelles pour la région pyrénéenne, d'après M. Cartailhac, et semblables à celles de l'abri de Chancelade en Périgord et de la grotte de Bruniquel sur les bords de l'Aveyron.

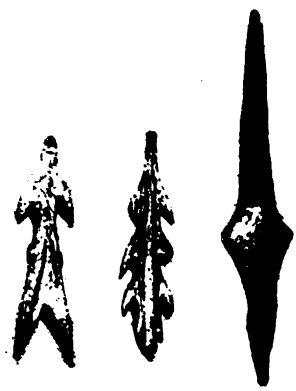


Fig. 3.

M. Miquel a observé que dans tous les niveaux le silex est uniforme. Il a rencontré un bloc matrice et des éclats qui prouvent qu'on le travaillait sur place. On avait aussi recours à des roches ophitiques et quartzeuses grossièrement taillées à gros éclats, mais il serait hasardeux d'en spécifier la destination et le mode d'emploi. Un galet long et légèrement poli sur une surface, que j'ai recueilli moi-même dans une fouille faite avec M. Miquel, pourrait bien avoir servi d'instrument de polissage pour les pointes des armes et outils d'os.

M. Miquel m'a signalé la présence dans ces mêmes niveaux de *galets coloriés* de dessins à la sanguine semblables, en partie, à ceux trouvés dans les fouilles du Mas-d'Azil par M. Piette.

Le 15 décembre 1891, dans une fouille faite par moi, en présence de M. Miquel, j'ai recueilli un fragment de sanguine usé sur les bords qui pourrait avoir servi de matière à colorer les bords de ces galets, ainsi qu'un beau galet de 10 centimètres de long sur 6 centimètres de large (c'est un des plus grands que je connaisse), présentant sur les bords une coloration rosée qui est certainement intentionnelle.

Les photographies que j'ai l'honneur de présenter avec ma communication montrent des fragments d'os et de pierre où sont gravées les silhouettes des animaux qui tombaient sous le trait des chasseurs.

On s'est demandé souvent à quoi pouvaient servir ces lames de silex si abondantes dans certaines stations.

L'explication maintenant ne laisse plus de doute en examinant la pièce

Digitized by Google

la plus intéressante de l'abri de Montfort. C'est une vertèbre de cervidé, traversée par une lame de silex *(fig. 4)*. C'est le trait lui-même lancé par le chasseur d'une main robuste et sûre qui est demeuré dans l'os de la colonne vertébrale.

M. Et. Lartet a signalé une pièce semblable dans la grotte des Eysies, en Périgord.

La pièce que j'ai l'honneur de représenter ici en photographie demi-grandeur naturelle, est plus complète ; la flèche a traversé tout le corps de la vertèbre et a dû couper net la moelle épinière. C'est donc une simple lame ou éclat de silex qui armait la zagaie, et cela montre que les harpons barbelés d'os n'étaient pas nécessaires à nos chasseurs, peut-être étaient-ils surtout employés à la pêche.

Fig. 4. — Vue de côté (1/2 gr.).

Fig. 5. — Vue de face (1/2 gr.).

Ce qui est certain, c'est que l'abri renfermait trois grands foyers superposés et bien distincts, et qu'ils correspondaient par conséquent à des séjours prolongés trois fois interrompus. Et maintenant terminons par l'expression de nos regrets. Ces trois foyers, situés dans la grotte même, n'étaient pas isolés. Jadis le rocher surplombait davantage et le talus a été fortement entamé pour la construction de la voie ferrée. Les trésors archéologiques ont servi à former le remblai. C'est la même lamentable histoire qu'on a déjà connue à Bruniquel et ailleurs. Ainsi, par ignorance, on a fait disparaître à jamais des pages d'histoire qui auraient peut-être jeté la plus grande lumière sur la physionomie, la vie et les mœurs de lointains habitants de notre patrie.

Digitized by Google

L'ABRI DE CHASSE DE MONCONFORT, PRÈS DE SAINT-MARTORY (HAUTE-GARONNE).

C'est sur le bord de la Garonne, dans une bande de calcaire compact remplie de fissures et de petits abris, à 400 ou 500 mètres environ de la belle station de la Tourasse (1), à Saint-Martory, que nous avons pu, avec M. Darbas, habitant de Saint-Martory, constater la présence *d'une nouvelle halte de chasse et de pêche* en quelques points semblable à la halte de Montfort.

L'abri de Monconfort est une fissure naturelle de la roche, large de 3 mètres environ, haute de 4 à 5. L'ouverture s'ouvre presque à pic sur le coteau et la fissure se rétrécit insensiblement.

L'abri de Monconfort ne donne que des débris de flèches, de silex, de foyers peu épais; mais était fréquenté par les chasseurs, par son admirable position à 25 mètres au-dessus de la Garonne, dont les sinuosités du cours forment à ce point un vaste cirque propice aux pêches, tandis que le sommet de ces collines, couvertes d'une abondante végétation, renferme un gibier facile à capturer. En effet, les chasseurs à l'affût dans les petits abris de Monconfort trouvaient là des postes favorables. Trois foyers superposés et situés à l'entrée de l'abri ont été soigneusement fouillés par M. Darbas. Ils renfermaient des silex finement taillés (magdaléniens), des pointes de flèche lisses en os de cervidés, des dents percées, des coquillages marins et un certain nombre d'os travaillés, malheureusement cassés, portant des stries et ornementations primitives. Les harpons barbelés à plusieurs barbelures, ou percés d'un trou, si abondants dans la station de Montfort, manquent complètement ici. La faune se compose de débris d'ossements cassés, de grand bœuf, grand cerf, cheval, renne (assez abondant), loup, blaireau, et des ossements d'oiseaux. Ces débris de repas gisent dans les foyers. Les chasseurs qui fréquentaient temporairement l'abri cachaient soigneusement les silex et les pointes de flèche en os, sous de gros blocs de roches ou contre les parois de la roche.

(1) *Revue des Pyrénées*, mai-juin 1892, Toulouse.

Digitized by Google

M. Alfred CARAVEN-CACHIN

Lauréat de l'Institut, à Salvagnac (Tarn).

DÉCOUVERTE DE VASES A BEC A TRAVERSE INTÉRIEURE DU XIIIe SIÈCLE AUX LIALS (TARN-ET-GARONNE)

— Séance du 13 août 1894 —

Le 1er mai 1893, en vidant un ancien puits situé non loin du village des Lials, on découvrit des vases d'une forme étrange associés à de nombreux débris de poterie et de marbre blanc. Ce puits est situé dans un champ appartenant à M. A. Rau; il communique par une galerie souterraine à un silo fortement cimenté qui renfermait, comme le puits, des vases dont nous allons faire l'étude.

I. — Poterie. — Vases a bec a traverse intérieure.

« La poterie commune du moyen âge, dit M. Jacquemart, a pour base une pâte poreuse à texture lâche, composée d'argile figuline, de marne argileuse et de sable; elle renferme toujours du calcaire et quelques éléments ferrugineux qui lui donnent une couleur rougeâtre. »

Les six vases entiers rencontrés dans le puits des Lials sont en terre rouge vermillon et quelquefois grise. Leur pâte, qui n'est jamais vernissée, est formée par une argile poreuse, happant fortement à la langue, mélangée tantôt de sable grossier et alors rugueuse, tantôt, au contraire, rappelant par sa finesse sinon par sa couleur, la poterie romaine; mais les vases du XIIIe siècle sont très micacés et mal cuits. Presque toujours ces poteries ont leur surface lisse; cependant, quelques débris présentent des carrés ou des losanges formés par une molette.

Les vases du Lials présentent un corps globuleux, sur lesquels s'élève un col peu marqué avec bec à traverse intérieure et, du côté opposé, une anse latérale plate. En même temps de rares protubérances arrondies, mamelonnées ou formant des cordons allongés, toujours au nombre de trois, courent sur la panse des vases.

Le tableau suivant indique la hauteur et la grandeur des vases avec becs à traverse intérieure que nous avons observés dans le Tarn, le Tarn-et-Garonne et la Haute-Garonne.

Digitized by Google

N° 1. — Hauteur 220 millimètres. — Vase en terre rouge devant, grisâtre derrière, avec trois cordons en relief et allongés sur la panse. Ce vase est orné de carrés et de losanges plus ou moins réguliers. (*Lials*. Coll. A. Caraven-Cachin.)

N° 2. — Hauteur 189 millimètres. — Vase en terre rouge tachée de grisâtre derrière, avec trois petits mamelons sur la panse. (*Lials*. Coll. A. Caraven-Cachin.)

N° 3. — Hauteur 166 millimètres. Vase en terre rouge avec trois cordons en relief et allongés qui descendent jusqu'à moitié panse. Sur l'anse on distingue une croix gravée en creux. (*Lials*. Coll. A. Caraven-Cachin.)

N° 4. — Hauteur 136 millimètres. — Vase en terre rouge avec trois petits mamelons. (*Lials*. Coll. A. Caraven-Cachin.)

N° 5. — Hauteur 103 millimètres. — Vase en terre rouge complètement lisse. (*Souterrain-refuge de Saint-Jean*. (Tarn). Coll. A. Caraven-Cachin.)

N° 6. — Hauteur 100 millimètres. — Vase en terre rouge entièrement lisse avec deux petits mamelons, découvert au Montarels, commune de Lisle. (Musée de Lisle-d'Albi.)

N° 7. — Hauteur 90 millimètres. — Vase en terre rouge lisse et sans aucun ornement, découvert dans les environs de Bessières (Haute-Garonne). — (Musée de Lisle-d'Albi.)

Si l'on en juge par la masse des débris fournis par les fouilles, ces vases devaient constituer l'espèce dominante, car nous avons compté 6 vases entiers et 49 exemplaires cassés, au moyen des becs qui ont été rencontrés soit dans le puits, soit dans le silo du Lials.

L'expérience nous a prouvé que les vases à bec à traverse intérieure pouvaient jouer, au moyen âge, le rôle des alcarazas, bardaque, balasse, gargoulette.

M. Cabié a rencontré, en 1876, de 50 à 60 becs de vases semblables dans l'ancienne station de la commune de Buzet (Haute-Garonne).

M. l'abbé Viguier a également recueilli, la même année, des becs de vases semblables dans le cimetière de la Parochial (Tarn). A côté de ces débris se trouvaient des monnaies de Guillaume V (1219-1239) et de Raymond Ier (1219-1282), tous deux princes d'Orange.

En étudiant avec soin la terre grise, remplie de petits fragments de poterie rouge, que renfermait le vase n° 2, nous avons trouvé une monnaie des évêques de Valence et de Die qui remonte, d'après M. Poey d'Avant, au XIIe ou au XIIIe siècle. En voici la description :

✠ *VRBS VALENTIAI*. Aigle à deux têtes, aux ailes éployées. — R. ✠ *S. AP✠LLINARS*. Croix avec les quatre extrémités terminées en massue et cantonnée d'un annelet au 4e. — Denier de billon anonyme de Valence pesant 1 gramme.

Comme on le voit, les monnaies recueillies jusqu'à ce jour près des vases et dans l'intérieur des poteries à bec à traverse intérieure vien-

Digitized by Google

draient à l'appui de notre opinion et sembleraient prouver que ces vases appartiennent réellement au XIIIe siècle.

II. — Vase a goulot en forme de bardaque.

Nous avons ramassé au fond du puits des Lials le goulot d'un vase en terre cuite dont la hauteur mesure 16 millimètres à la naissance de la panse. Ce vase en poterie rouge très fine et très cuite possédait également une anse. Sa forme, qui devait être globuleuse, paraît remonter à l'époque barbare.

III. — Poids.

Le poids en terre cuite recueilli aux Lials est percé d'un trou qui servait à le suspendre. Sa forme est carrée; il mesure 70 millimètres de longueur; sa largeur en haut est de 70 millimètres, en bas de 60 millimètres; son épaisseur est de 33 millimètres et son poids est de 320 grammes.

Ces poids servaient aux tisserands du XIIIe siècle à tendre la chaîne. Ils étaient dans ce but attachés dans un métier à marches à une des extrémités de la chaîne, afin de la maintenir en place et de lui donner un degré suffisant de tension. Ces poids suspendaient donc à la barre du métier, par une corde ou par une lanière en cuir qui passait sous l'*ensouple* et que les tisserands de nos contrées appellent encore, dans leur pittoresque langage : *tiro carabeno*, *tiro vergos*, *ase*.

En 1868, nous eûmes le plaisir de constater sur les métiers des tisserands qui habitent Francescas et Saint-Ourens, près Nérac (Lot-et-Garonne), des poids en poterie dont la forme est identique à celui recueilli aux Lials. Les tisserands de ces petits centres industriels nous ont assuré qu'on en fabriquait encore, dans leur contrée, il y a quatre-vingts à quatre-vingt-dix ans.

IV. — Briques, Tuiles, Marbre, Bois et Ossements.

Nous signalerons aux Lials des tuiles faîtières creuses et des tuiles plates à crochets qui servaient à couvrir les toits. Sur ces tuiles existent quelquefois des marques de potier, comme un grand V fait avec le doigt sur l'argile encore molle. On rencontre aussi des briques de toutes formes et de toutes dimensions.

Les silos des Lials nous ont donné une plaque polie de marbre blanc saccharoïde pour statuaire, qui provient sans aucun doute des carrières de Saint-Béat (Haute-Garonne).

De grosses planches et des poutres de châtaigniers noircies par le temps

Digitized by Google

se trouvaient dans le puits des Lials. Quant aux ossements, ils appartiennent aux bœuf, cheval et renard.

Telles sont les intéressantes découvertes que nous réservaient ce puits et ce silo. M. Jacquemart a dit que l'*Histoire céramique du moyen âge* est environnée d'un voile qui, probablement, doit rester impénétrable. Nous ne sommes pas de l'avis de l'éminent céramiste; déjà la *Sépulcrologie* nous a révélé nos origines nationales; les découvertes du Lials viennent, à leur tour, jeter une vive lueur sur l'art du potier, pendant cette période si obscure même pour l'histoire.

M. Gabriel DE MORTILLET

Professeur à l'École d'Anthropologie, à Saint-Germain-en-Laye.

LE COUP-DE-POING OU INSTRUMENT PRIMITIF

— Séance du 13 août 1894 —

L'École d'Anthropologie de Paris poursuit activement la solution du problème de l'antiquité de l'homme. M. le Dr Hervé, depuis trois ans, consacre entièrement son cours à l'étude des plus anciens débris humains. M. Philippe Salmon a rassemblé les éléments d'un inventaire raisonné des crânes néolithiques découverts en France. Les collections de l'École réunissent autant que possible le contenu de nos plus antiques *sépultures*. Grâce à une subvention de l'Association française, depuis deux ans elles ont pu s'enrichir de 57 crânes néolithiques qui sont à la disposition des travailleurs. M. Manouvrier s'occupe avec soin et critique des déductions qu'on peut tirer des os longs. De leur côté, MM. Hovelacque et Hervé viennent de publier une monographie des plus complètes d'une de nos races les mieux conservées et les plus anciennes, celle du Morvan. Ils ont attaqué la question par la base, pour remonter à notre plus vieil ancêtre. Quant à moi, j'ai cherché à l'aborder par le sommet en m'occupant de l'anthropopithèque. Après avoir ainsi enfermé l'homme quaternaire, l'homme fossile, entre son prédécesseur et les plus anciennes races actuellement vivantes, il importe d'aborder son étude directe.

Digitized by Google

L'homme fossile est beaucoup plus connu par son industrie que par ses ossements. Dans le début, tout à fait à la base des dépôts quaternaires, la première manifestation de l'industrie est des plus simples. Elle se réduit à un seul instrument qui est à la fois arme et outil, mais beaucoup plus outil qu'arme. C'est l'instrument primitif, jusqu'à présent le plus ancien témoignage de l'existence de l'homme, le point de départ connu de l'industrie tout entière. C'est un silex, ou fragment d'autre roche, taillé sur les deux faces et rendu plus ou moins amygdaloïde par l'enlèvement d'un certain nombre d'éclats. Cet instrument primitif ou coup-de-poing — ainsi nommé parce qu'il s'employait directement à la main — varie beaucoup de forme, de grandeur, de fini dans le travail, de matière; pourtant une fois qu'on a fait connaissance avec lui, on le reconnaît toujours facilement. Tous les échantillons, malgré leurs variations individuelles, ont entre eux le plus grand air de famille. Cet instrument après avoir régné d'une manière absolue, s'est vu peu à peu remplacé par d'autres formes. Son existence a été fort longue, et il s'est maintenu pendant le Chelléen, l'Acheuléen et n'a cessé d'être employé qu'avec le développement du Moustérien, mais en subissant successivement une évolution qui permet de reconnaître son âge. Nous le rencontrons pour ainsi dire partout. Il a été signalé non seulement en Europe, mais encore en Asie, en Afrique et en Amérique. Les coups-de-poing sont répartis sur toute la France. Lorsque j'ai dressé la *Carte préhistorique de la France*, qui se trouve dans la *Nouvelle Géographie universelle* d'Élisée Reclus, en 1877, je connaissais 250 localités, réparties dans 44 départements, en ayant fourni. Depuis, j'en ai constaté dans 61 départements et 570 communes, ainsi réparties :

Bassin de la Somme.	
Somme	26
Pas-de-Calais	17
Nord	3
Bassin de la Seine.	
Seine-Inférieure	63
Eure	64
Eure-et-Loir	7
Oise	30
Aisne	15
Seine	10
Seine-et-Oise	12
Seine-et-Marne	16
Marne	11
Haute-Marne	1
Aube	16
Yonne	25
Côte-d'Or	19
	335
Report	335
Bretagne.	
Calvados	2
Orne	1
Ille-et-Vilaine	1
Côtes-du-Nord	2
Finistère	1
Bassin de la Loire.	
Loire-Inférieure	4
Mayenne	4
Maine-et-Loire	1
Deux-Sèvres	9
Cher	1
Loir-et-Cher	17
Loiret	1
Nièvre	2
Allier	10
	391

Digitized by Google

Report	391
Indre	3
Indre-et-Loire	5
Vienne	19
Creuse	1
Vendée, Charente.	
Vendée	2
Charente	10
Charente-Inférieure	13
Bassin de l'Adour.	
Landes	10
Basses-Pyrénées	3
Hautes-Pyrénées	1
Bassin de la Garonne.	
Gironde	3
Dordogne	23
Lot-et-Garonne	12
Lot	2
	498

Report	498
Corrèze	3
Cantal	2
Aveyron	1
Tarn	3
Tarn-et-Garonne	5
Gers	1
Haute-Garonne	14
Ariège	2
Bassin du Rhône.	
Alpes-Maritimes	1
Vaucluse	2
Drôme	2
Ardèche	2
Ain	1
Rhône	1
Saône-et-Loire	21
Haute-Saône	8
Meurthe-et-Moselle.	
Meuse	2
	570

M. H. MICHEL

Architecte, à Besançon.

DÉCOUVERTE DE PALAFITTES A ROUGEMONT (DOUBS)

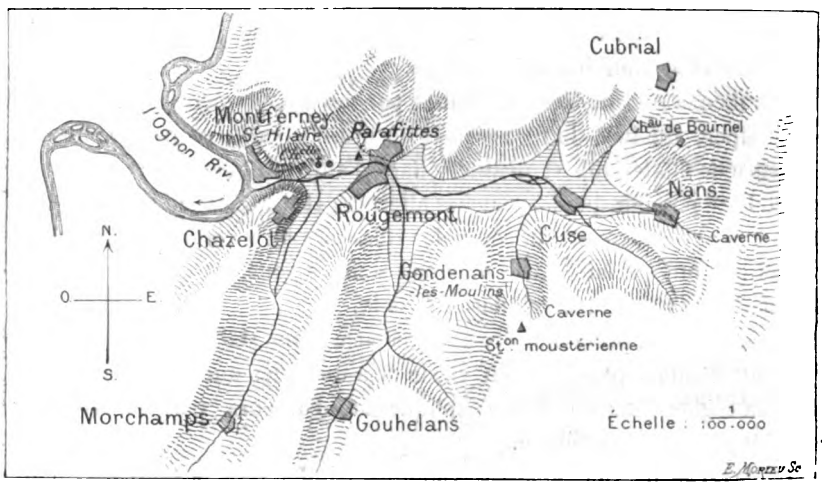
— Séance du 14 août 1894 —

Au printemps de l'année 1893 on établissait les fondations de la gare de Rougemont (Doubs), sur la ligne du chemin de fer en construction entre Lure et Loulans-les-Forges. Le terrain sur lequel devait s'élever cette bâtisse étant de peu de consistance, l'auteur du projet avait dû faire creuser des puits de fondations de forme rectangulaire (environ 1 mètre carré) et d'une profondeur variant entre 4 et 5 mètres, afin d'atteindre un sol incompressible. Les terrassiers occupés à ces travaux découvrirent, à 3 mètres, 3^{m},50 et même 4 mètres de profondeur des pièces et fragments

Digitized by Google

de bois grossièrement équarris qui, par suite de leur séjour très prolongé dans l'eau et dans le sol vaseux, étaient devenus d'un noir d'ébène. Une de ces pièces se trouvait placée obliquement en travers d'un des puits et les ouvriers furent obligés de la trancher à coups de pioche pour pouvoir continuer leur travail.

Étant de passage à Rouge mont, deux ou trois jours après cette découverte, je n'ai pu que recueillir ces renseignements de la bouche des entrepreneurs et ouvriers, mais les fragments de bois étaient encore très nombreux parmi les déblais et il était facile de reconnaître que c'était du chêne; plusieurs personnes en ont ramassé par curiosité, et j'ai vivement



Carte des environs de Rougemont.

engagé M. le Dr Guérin, maire de Rougemont, à en conserver les plus beaux échantillons.

Je suppose que ces bois sont des pilotis fort anciens et que l'emplacement occupé aujourd'hui par la gare et la partie basse du bourg de Rougemont ainsi que les prairies d'amont et d'aval ont dû être recouverts par les eaux d'un lac qu'alimentaient les ruisseaux qui ont leurs sources aux environs de Nans, Cuse, Gondenans, Gouhelans, Morchamps et par les fontaines et thalwegs de la rive droite : Bournel, Cuse, etc. Ce lac avait un barrage naturel, assez étroit, entre le promontoire jurassique (astartien) de Montferney et celui de Chazelot où une faille met en contact l'astartien avec le muschelkalk; il a dû être comblé insensiblement par les alluvions quaternaires jusqu'au moment où, celles-ci ayant atteint la crête du barrage, les eaux ont continué à se déverser dans le bassin de l'Ognon, en

Digitized by Google

se frayant un lit souvent modifié dans la plaine mouvante formée par les dépôts lents à se solidifier.

Ces alluvions sont assez curieuses à étudier; on y rencontre des couches bien distinctes, tant par leur nature que par les teintes qu'elles présentent: à la profondeur de $3^m,50$ et jusqu'à $4^m,50$ environ, ce sont des vases marneuses et noirâtres, encore molles, qui reposent sur le gravier solide du fond de ce lac présumé. On y trouve des débris de coquilles de moules (anodontes) et les pilotis en question. Au-dessus, ce sont des couches successives de sables mélangés d'argile ou de terre calcaire, des couches de vase beaucoup moins importantes que celles du fond, puis d'autres bancs d'alluvions de nature siliceuse ou calcaire et, enfin, la partie supérieure, qui mesure 1 mètre ou $1^m,50$ est composée d'une terre légère argilo-calcaire, fortement mélangée de sable de grès : c'est le sol cultivé du Breuil et le sous-sol de la prairie.

La vallée et ses annexes est limitée par des affleurements de l'infra-lias, du keuper, du lias, du jurassien et du muschelkalk, ce qui explique la présence de matériaux si distincts dans l'alluvion quaternaire de Rougemont. Il est possible que les couches alternées et si nettement définies soient dues à des changements du cours des ruisseaux ou à certains mouvements du sol qui ont pu faire tarir quelques sources pour en faire naître d'autres dans des étages géologiques différents.

Je serais assez porté à croire à l'existence d'une station lacustre à Rougemont, d'autant plus qu'il en existe déjà quelques-unes, bien reconnues, dans la région comtoise. Elle s'expliquerait, d'ailleurs, par son voisinage avec Mandeure et la Suisse.

La caverne de Gondenans-les-Moulins, située vers la source d'un des ruisseaux qui se réunissent à Rougemont, a déjà été partiellement exploitée par MM. Lortet et Paillot et les pointes de l'époque paléolithique (moustérienne) qu'ils y ont trouvées prouvent que le pays a été habité à une époque très ancienne. D'un autre côté, une station gallo-romaine a été découverte à Saint-Hilaire; il se pourrait donc que les restes de palafittes, que j'ai relevés entre ces deux localités si rapprochées, prouvassent l'existence d'une station lacustre correspondant à une époque intermédiaire (néolithique), si des investigations étaient faites pour amener au jour quelques autres vestiges de l'industrie humaine.

Digitized by Google

M. Léon COUTIL

Secrétaire de la Société normande d'Études préhistoriques, aux Andelys (Eure).

CIMETIÈRE GALLO-ROMAIN ET MÉROVINGIEN DE MUIDS (EURE)

— Séance du 14 août 1894 —

Muids est une commune de l'arrondissement de Louviers, située sur la route qui va de cette ville aux Andelys; elle est construite le long de la Seine, à environ cent mètres des berges.

Cette situation avait attiré, à l'époque gallo-romaine, dès la fin du IIIe siècle de notre ère, une population dont nous avons retrouvé la trace sur plusieurs points du pays :

1° Près de l'église, en creusant des fosses dans l'ancien cimetière ;

2° Cent mètres plus loin, au nord, sur l'emplacement du cimetière mérovingien dont nous allons donner la description;

3° Au bord de la Seine, sur une sorte de tumulus encore inexploré.

Les envahisseurs francs et peut-être saxons, après avoir soumis cette population gallo-romaine, s'étaient installés à sa place, trouvant que le bord de ce chemin était propice aux coups de main et devait être gardé avec soin.

Douze kilomètres plus à l'est, au hameau de Paix, près des Andelys, un cimetière franc dominait également les environs. Il en est de même à 4 kilomètres à l'ouest, à Saint-Pierre-du-Vauvray, où un cimetière de la même époque domine la jonction des vallées de l'Eure et de la Seine.

Du cimetière de Muids, on ne jouit pas d'une vue aussi étendue que dans les deux localités qui précèdent, mais à un kilomètre plus à l'est, sur le même versant, se trouve une éminence naturelle qui porte le nom de Quinguerre (corruption du mot Camp de guerre) et qui a dû servir de poste d'observation au VIe siècle, car en extrayant des graviers on a trouvé des vases, un umbo de bouclier et des armes franques, ainsi qu'un triens d'or portant la légende D. N. JUSTINUS PPF. et au revers : *Victoria Augustorum*, avec une victoire se dirigeant vers la droite; à l'exergue, CONOB. Cette monnaie reporte la date de l'occupation primitive de ce point à la seconde moitié du VIe siècle. Un peu plus vers l'est, l'emplacement connu sous le nom du Grand Rocher, a dû servir au même usage, car on y a trouvé des objets de la même époque.

Digitized by Google

CIMETIÈRE GALLO-ROMAIN

A l'ouest du cimetière mérovingien qui nous occupe, on a recueilli un certain nombre d'objets romains : grande olla, vases divers ; des vases à parfums composés de barillets et d'ampoules, en verre ; barillets et vases à parfums, en verre ; épingles en os et en bronze ; deux cuvettes en bronze à bords festonnés et qui avaient été déposées dans la tombe enveloppées de linges dont l'empreinte se voit sur l'oxyde ; l'intérieur devait contenir des substances alcalines, car le métal est coloré en bleu, ce qui indique une décomposition ammoniacale ; le diamètre de ces cuvettes est de $0^m,235$. On en a trouvé d'à peu près semblables à Envermeu (Seine-Inférieure).

La plupart des sépultures étaient à inhumation ; elles se trouvaient à une plus grande profondeur que les sépultures mérovingiennes, c'est-à-dire au niveau même de la voie ferrée, entre le chemin de Daubeuf et le château de Muids.

Un fragment de frise en pierre tendre, une large pierre ornée d'une moulure, une large frise ronde, décorée de feuilles de laurier imbriquées et qui a été utilisée pour faire un cercueil, et d'autres débris calcaires travaillés, permettent de soupçonner sur ce point la présence d'un temple païen.

Nous mentionnerons aussi plusieurs deniers et des quinaires de Carin, de Constantin le Grand et de Constantin II.

CIMETIÈRE MÉROVINGIEN

Immédiatement à côté des vestiges romains et même au-dessus, des deux côtés du chemin de Daubeuf, c'est-à-dire près du passage à niveau, se trouvaient plusieurs sarcophages en calcaire tendre des environs d'Écos ou de Mantes ; ils étaient par groupes de trois ou de quatre et au nombre d'une douzaine. Leurs mesures à la tête varient entre $0^m,58$ et $0^m,48$ de largeur ; aux pieds entre 46 et 27 centimètres ; la profondeur oscille entre 42 et 27 centimètres ; la longueur entre 2 mètres et $1^m,60$ et enfin l'épaisseur des pierres entre 7 et 10 centimètres ; les couvercles souvent brisés étaient plats et les angles quelquefois abattus. Un cercueil d'enfant mesurait 97 centimètres de longueur, 31 centimètres à la tête, 24 aux pieds et 19 de profondeur.

Un sarcophage était décoré d'une croix pattée entourée d'un cercle ; un autre était taillé dans un bloc de pierre décoré, sur un de ses côtés, par des feuilles de laurier imbriquées.

De nombreuses inhumations avaient été pratiquées dans les intervalles ; mais le centre du cimetière se trouvait entre la gare et le chemin de

Digitized by Google

Daubeuf. Nous avons observé sur ce point vingt-deux rangées de quarante sépultures en moyenne, pouvant former un ensemble d'environ neuf cents inhumations.

Si cette nécropole eût été fouillée avec méthode, il est facile de se rendre compte des richesses que l'anthropologie et l'archéologie eussent pu en retirer.

Les corps étaient inhumés dans le sol, ils étaient quelquefois entourés d'une chape de plâtre, mais le plus souvent d'une rangée de blocs de calcaire, extraits lors du creusement des fosses.

Objets en fer. — Les armes se composaient :

1° D'une trentaine de francisques de toutes dimensions dont les mesures varient comme longueur entre 9 et 18 centimètres, et pour la largeur entre 3 et 9 centimètres ; il y a aussi des tranchants avec une pointe remontante et l'autre descendante. On a recueilli aussi quelques francisques ayant la forme d'un T, c'est-à-dire le tranchant perpendiculaire à la douille ; elles mesurent entre 8 et 10 centimètres de longueur, du manche au taillant ;

2° Les framées aussi nombreuses que les francisques, sont généralement grêles et leur douille est quelquefois ronde ou hexagonale, les ailerons sont étroits et presque toujours sur le même plan : leurs longueurs oscillent entre 24 et 50 centimètres ; la largeur maximum est de 3 centimètres ;

3° Une sorte de grande flèche mesure 9 centimètres de longueur ;

4° Les scramasaxes sont de moyenne grandeur, quelques-uns atteignent 50 centimètres de longueur, mais le plus ordinairement ils n'ont que 30 à 35 centimètres. Ils sont généralement accompagnés de petits couteaux que l'on a trouvés placés parallèlement et au-dessus de ces lames, ce qui ferait croire qu'ils étaient dans le même étui, comme cela se fait encore chez les Chinois ;

5° On a trouvé aussi un couteau à tranchant ceintré ; ce pouvait être un rasoir. Ces différentes armes avaient des poignées formées par des plaquettes d'os et plus généralement en bois, maintenues par des rivets ; on en distingue encore les traces sur la soie. Le Musée de Caen possède un couteau qui a conservé en entier son manche en os : il a été trouvé à Conteville. La forme de ces couteaux et de leurs manches ressemble à celle que les bouchers emploient aujourd'hui ;

6° Comme pièce unique, nous citerons un fauchard de 55 centimètres de longueur, portant au dos de la lame deux appendices ; ce devait être une arme bien meurtrière entre les mains d'un homme vigoureux. L'abbé Cochet, dans *la Seine-Inférieure historique et archéologique* (p. 591 de l'édition de 1866), cite une arme semblable, trouvée dans le cimetière franc de Douvrend, exploré par lui en 1865 ;

7° Un poignard dont la lame courte et triangulaire mesure 14 centimètres de longueur sur 9 de largeur : la poignée est ronde et longue, garnie de bois et terminée par un bouton ovalaire en os orné de filets en creux ;

8° Un sabre très flexible mesurant 62 centimètres de longueur avec la soie, le fourreau est garni, près de la poignée, d'un cercle plat en bronze et l'extrémité par une bouterolle de même métal ;

9° Deux paires de forces de 17 centimètres de longueur ;

10° Un fermoir d'aumônière dont les côtés sont terminés en bec d'oiseau ;

Digitized by Google

11° Plusieurs tiges de fer, aux extrémités pointues et au centre desquelles est enroulé un tortillon de fer formant bague. M. l'abbé Hamard, dans ses fouilles du mont de Hermes (Oise), a trouvé un objet semblable près de l'épaule gauche d'un guerrier franc, au-dessous de la douille d'une framée (voir le t. 41 des *Mém. de la Soc. des Ant. de France*, année 1880). Ces objets ont pu servir à réunir deux morceaux de bois.

Les plaques de ceinturon rappelant certains types burgondes, sont rarement larges, quelquefois rondes, mais plutôt ovales ou allongées, ornées de cabochons de bronze, ou décorées de gravures dans lesquelles on avait incrusté des arabesques d'argent; d'autres étaient unies.

Il y avait aussi deux boucles formées de plaques carrées recouvertes : l'une d'une plaquette d'or et l'autre d'une plaque d'argent et ornées de neuf cabochons de grenats, maintenus par des cloisons de cuivre, dont l'extérieur était décoré de stries.

Bronzes. — Ce cimetière n'offrait pas d'objets ornés de dessins compliqués, c'étaient :

1° Des plaques circulaires sur lesquelles étaient gravés des ronds avec point central, d'une croix gammée ou de simples cabochons;

2° Des boucles rondes avec ardillon dont la charnière était de bronze ou de fer;

3° Une petite boucle sur laquelle avait été appliquée une plaquette métallique décorée de ronds avec point central, dans le genre de celles trouvées à Réalmont et à Labruguière (Lot-et-Garonne et Tarn); à Chatham (Kent), musée d'Oxford;

4° Une intéressante plaque de ceinturon, triangulaire et décorée, dans sa partie médiane, d'entrelacs formant tresse et de chaque côté, vers le centre, par deux éléphants parfaitement gravés. Ce pachyderme était connu des Romains, mais les Francs venaient du Nord-Est et n'avaient eu que peu de relations avec les Gallo-Romains. C'est donc de l'Orient que ces barbares avaient rapporté le souvenir de ces animaux étranges. Du reste, le passage des Barbares est signalé dans le Caucase par des sépultures qui ont donné la même industrie que nous retrouvons jusque dans l'ouest de la France.

5° Un ornement découpé, muni de deux pattes, semblable à ceux trouvés en Normandie, près de Saint-Ouen, à Rouen et à Londinières (Seine-Inférieure), ainsi qu'à Druval (Calvados);

6° Une longue épingle à cheveux décorée d'ornements en creux.

7° Six petits anneaux minces ayant servi de bracelets et qui se trouvaient au même bras;

8° Trois fortes bagues, dont une ronde, une autre à facettes et la troisième, formée d'une tige mince et plate, avec chaton large, portant trois signes difficiles à déchiffrer;

9° Un bouton, avec patte en dessous;

10° Une fibule ronde, avec ornement central formé de deux cercles concentriques et de deux raies parallèles formant des diamètres, dans les angles desquels sont disposés trois cercles avec point central;

11° Plusieurs pinces assez larges, pour épiler, dont une munie d'un anneau de suspension; elles sont décorées par une bordure de chevrons, une croix gammée et certains signes difficiles à interpréter;

12° Six clous à facettes destinés à orner des courroies;

Digitized by Google

13° Des petits ornements de ceinturon avec patte, unis ou décorés de ronds avec point central. Nous ajouterons que la plupart de ces objets étaient formés d'un bronze blanchâtre où l'étain dominait.

Argent. — Un bracelet à branches ouvertes formé d'une tige ronde, décorée à ses extrémités par des filets en spirale.

Verreries. — La partie la plus intéressante de ce mobilier funéraire est la verrerie, qui se distingue par la variété et la richesse des formes. Une vingtaine de pièces ont été retirées intactes, mais il y en a bien eu une quinzaine de brisées et cela est facile à expliquer, car les ouvriers piochaient au milieu de ces sépultures comme s'ils avaient été en terre ferme. Il faut observer que la verrerie antique, très mince et altérée encore par le séjour prolongé dans le sable, était rendue par ce fait plus fragile encore. Ces verreries se sont toujours rencontrées à la tête, tandis que les vases se trouvent, comme on sait, aux pieds. Une pellicule blanchâtre, un peu irisée, les recouvrait, mais elle disparaissait facilement au lavage. Le verre, d'une couleur plus ou moins verdâtre, contenait des bulles d'air et la matière avait subi un mouvement de torsion pendant le soufflage.

Nous ferons remarquer que la plupart des formes rencontrées ont été trouvées quelquefois dans des sépultures bien caractérisques de l'époque romaine par la céramique qui les accompagnait ; mais ici, elles étaient accompagnées soit de vases ou d'armes appartenant à la période barbare.

1° La plus jolie pièce est un long cornet apode, sorte de futile de 20 centimètres de hauteur, dont le col est décoré d'un filet de verre formant une spirale de six tours en descendant vers la partie inférieure, les quatre derniers tours vont en ondulant vers la base. Dans la partie inférieure se voient de petites dépressions. Une pièce à peu près semblable a été décrite par M. de Baye, dans ses sépultures anglo-saxonnes *(Pl. XV, fig. 2)* ; elle provient de Kempston (Bedfordshire);

2° Un autre cornet apode, plus petit, tout uni et dont l'ouverture était plus large que chez le précédent. M. Lebeuf a signalé un objet identique dans ses fouilles gallo-romaines de Meaux, en 1879 ;

3° Plusieurs gobelets apodes, de 7 centimètres de hauteur, rappelant par leurs formes la céramique de l'époque du bronze : ils sont décorés de plusieurs filets de verre enroulés sur le col ; le fond est arrondi et orné d'un petit pivot en verre opaque. M. de Baye, dans l'ouvrage cité précédemment, en décrit de semblables provenant de Wodengborough (Kent) *(Pl. XIV, fig. 1)*. On en a trouvé aussi dans le Tarn et dans la Seine-Inférieure, à Envermeu. Des spécimens semblables ont été rencontrés aussi à Tocane-Saint-Apre (Dordogne), musée de Périgueux ; à Caranda et à Sablonnières (Aisne), collection Moreau ; à Oyes, dans la Marne ; à Villevenard et à Joches (collection de Baye) ; à Épave, en Belgique (musée de Namur) ; en Suisse, près de Lausanne (musée cantonal) ; en Angleterre, M. Wrigh en a décrit deux et M. Douglas en a cité qui proviennent des sépultures anglo-saxonnes de Kent ;

4° Plusieurs cupules avec stries circulaires mates, sur le bord et sur le fond. Cette forme est la plus commune dans les sépultures barbares, mais elle s'est rencontrée aussi dans les sépultures gallo-romaines de Meaux dont nous avons parlé ci-dessus ;

5° Un petit vase à fond à peu près rond, avec bords relevés et dont la panse porte des dépressions, a comme hauteur 45 millimètres ;

Digitized by Google

6° Plusieurs petites carafes de 9 à 14 centimètres de hauteur; une plus petite encore mesure 6 centimètres; la plus grande, dont les bords sont un peu rabattus, a la panse ornée de godrons creux, obliques et parallèles;

7° Deux petits barillets sans anse, à col évasé et plat; l'un est orné de filets de verre;

8° Deux gobelets à pied bas, de 12 centimètres environ de hauteur. Des carafes, des cupules et des gobelets à pied, analogues aux pièces décrites ci-dessus, furent trouvés en 1862, lors du percement du tunnel de Tourville-la-Rivière (Seine-Inférieure), au mont de Hermes (Oise) et à Meaux en 1867, toujours dans des sépultures romaines à incinération;

9° Une petite carafe dont la panse est traversée par un tube; elle mesure 11 centimètres de hauteur;

10° Quelques grosses perles isolées, en verre noir décoré de filets blancs, ou en verre jaune translucide décoré de festons d'émail blanc ou jaune clair opaque;

11° Un seul bracelet ou collier, composé de huit perles d'un verre jaunâtre quelquefois émaillé de blanc ou de jaune;

12° Une boucle d'oreille, formée d'un fil de bronze dans lequel étaient passés une perle en verre noir et un cube d'agathe rubanée;

13° Enfin, un bracelet formé d'un gros cercle en verre grenat très foncé.

Poteries. — La pâte des vases était légère et fine, tantôt noircie par le feu ou par la plombagine, tantôt rosée, jaunâtre ou blanche. L'argile a pu en être prise non loin de là, sur les hauteurs d'Heudebouville.

Les vases aux teintes claires formaient la moitié des échantillons, ils n'étaient jamais décorés, tandis qu'avec la teinte grise ou noire, la forme était toujours plus soignée et ornée de dessins. On remarque soit des filets horizontaux, en creux ou en relief, des moulures, des gravures formées de chevrons, de dents, de grecques, de simples traits verticaux ou parallèles, de losanges imbriqués, de rangées de points ronds ou carrés, de jambages enchevêtrés ou de torsades formées par une double rangée de petits ronds.

La forme générale est celle d'une tasse; l'ouverture répond généralement à peu de chose près à la hauteur. Un des vases est remarquable par ses bords épais et très saillants.

Quelques vases ont des formes un peu différentes et sont munis d'anses et le col est muni d'un bec; on a même recueilli un biberon avec une tétine plus allongée que sur les biberons romains.

Du voisinage des sépultures gallo-romaines à incinération, de la présence des monnaies de Carin et de Constantin, on peut donner comme date, à la partie ouest du cimetière, la fin du IIIe siècle.

L'abondance des verreries de forme généralement romaine, la présence des vases à anse et à bec, du biberon, de la beauté et de la légèreté de la céramique, la forme allongée des framées, les ornements circulaires avec point central qui décorent généralement les objets de bronze; de tous ces détails, en un mot, on doit conclure que la population qui a inhumé ses morts en cet endroit subissait encore l'influence romaine et que la plus grande partie du cimetière s'est formée du Ve au VIe siècle. Du reste, le

Digitized by Google

triens en or de Justin, trouvé à quelques centaines de mètres du cimetière, prouve que cet endroit était habité au VIe siècle. Par l'abondance de ces armes, on peut supposer que cette population était belliqueuse, cela justifierait encore l'hypothèse ci-dessus. Ces peuplades barbares, nouvellement installées par la force des armes dans le pays, devaient être toujours sur la défensive. Mais elles avaient su se civiliser et, à côté de leurs habitudes guerrières et farouches, il y avait un certain luxe d'intérieur dont nous avons donné la preuve par la description des verreries. La preuve nous en est fournie en outre par l'anthropologie, qui nous prouve que deux races distinctes existent dans ce cimetière : les hommes sont généralement dolichocéphales et les femmes brachycéphales. Ces envahisseurs se sont donc mariés dans le pays et, pour être agréables à leurs épouses, ont pris une partie des habitudes luxueuses des Gallo-Romains.

M. le Dr Hamy auquel nous avons fait obtenir, non sans mal, une trentaine de crânes que le curé de l'endroit se disposait à inhumer de nouveau « en terre sainte », nous a communiqué les mesures suivantes des crânes aujourd'hui déposés au Muséum.

L'indice céphalique moyen est de 77,44 ; l'indice le plus faible est de 67,69 pour les hommes et de 87.72 pour les femmes. Les vingt-quatre crânes d'hommes ont donné comme indice moyen 76,65 et les six crânes de femmes 80,68. Une seule femme a pour indice minimum 70,65 ; les autres indices minimum sont de 79,33. Pour les hommes, l'indice minimum est de 67,69 et le maximum de 82,96.

M. Benouville a offert à l'École d'Anthropologie quelques crânes et des ossements recueillis au début de ses fouilles; ils seront étudiés par M. Hovelacque.

A douze kilomètres plus à l'est, au hameau de Paix, près les Andelys (Eure), l'indice moyen des crânes que nous avons recueillis en 1883 était de 76,30, c'est-à-dire semblable à celui de Muids et en général à celui des cimetières mérovingiens de la Seine-Inférieure, étudiés jadis par Serres.

En terminant, nous devons ajouter que tous ces documents sont bien incomplets, car nous avons eu à subir une sorte d'espionnage dans les visites que nous faisions sur l'emplacement des fouilles. Bien qu'autorisé par l'ingénieur de la Compagnie de l'Ouest à faire les fouilles d'une façon méthodique, nous n'avons jamais pu obtenir du chef de section la permission de commencer !...

M. Benouville, architecte des monuments historiques, qui avait également demandé à fouiller et qui avait mis quelques ouvriers au travail, reçut l'ordre de cesser. Que dire de mesures semblables, de qui venaient-elles, et qu'en est-il résulté ? On a empêché deux personnes compétentes de fouiller et de recueillir des documents précis. La Compagnie de l'Ouest voulait, paraît-il, avoir tous les objets, mais elle est bien loin d'y

Digitized by Google

être arrivée, car les ouvriers s'empressaient de casser les objets, lorsqu'ils ne pouvaient les enlever pour les vendre au dehors à des brocanteurs.

Il faut espérer que c'est la dernière fois que des choses semblables s passent sur un terrain appartenant à l'État et que des richesses archéologiques sont gaspillées et détournées de nos musées départementaux par la faute d'employés subalternes empressés à faire du zèle, sans comprendre le premier mot de leur mandat.

M. LHOTTE

à Bois-Colombes.

POLISSOIR DU BOIS DES COUDRIERS, COMMUNE DE FLACY (YONNE)

— Séance du 14 août 1894 —

MM. Ph. Salmon et Dr Ficatier ont dressé une carte, fort bien faite, de l'Yonne préhistorique, publiée dans le volume de l'*Association française pour l'avancement des sciences*, 17e session, Oran, 1888.

L'examen de cette carte m'ayant fait connaître que les environs de Villeneuve-l'Archevêque (Yonne) étaient riches en monuments mégalithiques et qu'on y avait trouvé de très nombreux objets paléolithiques et néolithiques, je résolus de profiter de quelques jours de congé pour faire des excursions dans cette contrée.

J'y ai trouvé des choses fort intéressantes et entre autres un polissoir fort curieux dont l'existence a déjà été signalée sur la commune de Flacy, mais sans qu'on ait attiré l'attention des savants sur les particularités qu'il présente.

Ce n'est pas le polissoir primitif que l'on rencontre généralement et qui présente à la surface d'une pierre deux, trois, quatre ou un plus grand nombre de rainures, c'est pour ainsi dire un polissoir perfectionné et qui, sans doute, date des dernières années de l'âge néolithique.

Il m'a paru si curieux que j'ai cru devoir rédiger cette note pour en faire connaître les particularités.

Le polissoir en question se trouve dans le Bois des Coudriers, commune de Flacy (Yonne), à 300 mètres à droite du chemin d'exploitation qui va de Flacy à la ferme des Chatelliers ; je savais que, d'après M. Ph. Salmon, deux polissoirs existaient dans les environs, mais je ne

Digitized by Google

me fus pas arrêté au gros bloc de grès dur, sur lequel il se trouve et qui était recouvert presque complètement de mousse, si je n'eus aperçu l'extrémité d'une rainure de polissoir sur une petite partie restée découverte.

Après avoir enlevé la mousse qui recouvrait la rainure n° 1 *(fig. 1)*, je remarquais que cette rainure se terminait par un trou (A) de 15 centimètres de profondeur, trou naturel existant dans le bloc, mais dont l'orifice, à la surface de la pierre, avait certainement été façonné par un travail manuel, car il présente une forme elliptique régulière; à ce trou (A) correspondait l'origine d'une deuxième rainure. Ces deux rainures, convergeant au même trou, me parurent singulières. L'eau

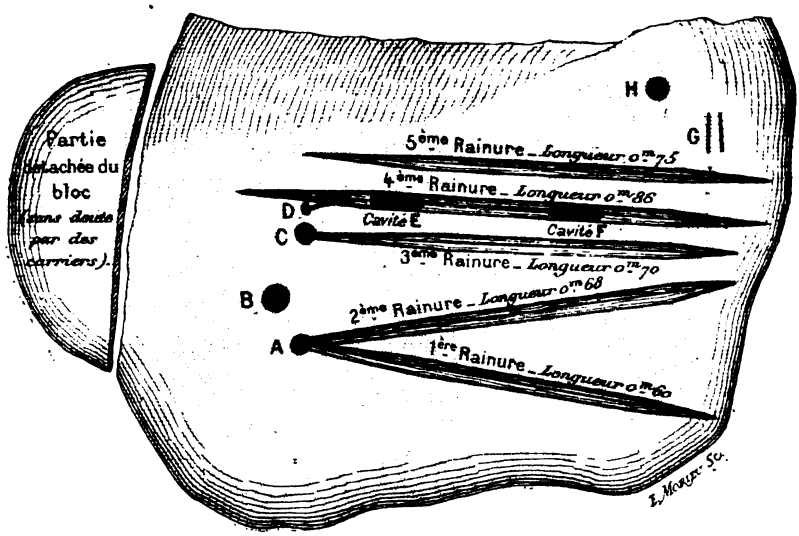


FIG. 1.

mise dans ce trou devait se répandre en même temps et d'une manière à peu près égale dans les deux rainures; mais pourquoi s'astreindre à verser dans ce trou l'eau qui devait servir de lubrifiant? Il était plus simple de la verser de suite dans les rainures; il y avait là une question que je voulus éclaircir.

En débarrassant, petit à petit, la surface de la pierre de la mousse qui la couvrait, je découvris, au point B du plan, un trou beaucoup plus grand que le premier; il était de forme circulaire, de 3 centimètres de diamètre, régularisé par le travail de l'homme, profond de 25 centimètres, mais irrégulier dans la partie basse; ce trou doit certainement descendre plus bas dans une poche située à l'intérieur du bloc, car il a absorbé, sans s'emplir, quatre litres d'eau que j'y ai versés.

En continuant mes recherches, je découvris un troisième trou (C) dont

Digitized by Google

la forme circulaire indiquait un travail fait aussi par l'homme préhistorique, pour le régulariser ; ce trou correspondait aussi à l'origine d'une troisième rainure, longue de 70 centimètres et présentant une légère pente vers l'extrémité opposée.

Plus loin, je découvris une quatrième rainure, sans trou à ses extrémités, mais présentant deux cavités E et F faites par un travail manuel, ayant, la première, 9 centimètres de longueur et 6 centimètres de profondeur, et la seconde, 8 centimètres de longueur et 4 centimètres de profondeur ; ces cavités se trouvaient dans la partie la plus basse de la rainure, sans doute pour que l'eau vînt s'y accumuler ; sur le côté droit de cette rainure, je découvris un trou D, régularisé, peu profond, et communiquant avec le trou C ; puis, particularité remarquable, c'est qu'il part, de ce trou, une petite rigole pour amener l'eau dans la cavité E ; cette rigole est admirablement travaillée. Je restai stupéfié en songeant que des hommes qui ne connaissaient pas les métaux aient pu exécuter un travail si minutieux, si régulier, en ne se servant que de pierres comme outils.

Plus loin encore, je trouvai une cinquième rainure simple, ne présentant aucune particularité.

Enfin, au point H se rencontre un trou naturel dont je n'ai pas saisi l'utilité.

En G se trouvent deux traits peu profonds. — Ici se pose tout un problème ! Que signifient ces deux traits ? ils n'ont certainement pas servi à polir les haches, car ils ont à peine quelques millimètres de profondeur, alors que les rainures ont en moyenne 3 centimètres.

La disposition de ces traits un peu oblique, leurs longueurs, rappellent la largeur et l'inclinaison que les arêtes des haches polies présentent par rapport l'une à l'autre. — Est-ce un gabarit où on venait mesurer les haches pour s'assurer qu'elles présentaient les dimensions voulues ? Je ne puis l'affirmer, je me contente d'appeler l'attention sur ce point.

La description sera, je crois, complète quand je vous aurai fait connaître que le bloc sur lequel se trouve ce polissoir mesure $1^m,10$ de largeur sur 2 mètres de longueur et $1^m,15$ de hauteur moyenne.

Toutes les dispositions que je viens de décrire semblent indiquer qu'elles ont été prises en vue de pouvoir répandre de l'eau en même temps dans les diverses rainures.

Je crois, dès lors, pouvoir expliquer tout le système de la manière suivante :

Tous les trous A, B, C et D correspondent entre eux par des fissures naturelles plus ou moins profondes dans le bloc ; le trou B, le plus grand et le plus profond, auquel ne correspond aucune rainure, était, sans doute, un réservoir qu'on emplissait d'eau le matin jusqu'au moment où celle-ci venait sortir par les trous A, C et D pour se répandre

Digitized by Google

dans les rainures 1, 2, 3 et 4; plus tard, quand, le travail commencé, les ouvriers avaient besoin d'eau pour servir de lubrifiant, ils plongeaient, dans le trou B du réservoir, un bâton ayant à peu près le même diamètre et l'eau refluait alors par petite quantité aux points A, C et D, pour de là se répandre dans les rainures, — les ouvriers pouvaient alors continuer leur travail sans être obligés d'aller à nouveau chercher de l'eau, ce qui ne devait pas être facile et, dans tous les cas, être très pénible, car ce polissoir, situé presque au sommet d'une côte, est éloigné d'au moins trois kilomètres de sources ou ruisseaux.

Il est vrai que, dans la saison pluvieuse, ils creusaient certainement des trous dans la terre argileuse des environs pour se créer des réservoirs d'eau; mais, dans la belle saison, ils ne possédaient plus d'eau et se trouvaient forcés de l'apporter de fort loin; — c'est sans doute à cette cause que nous devons le travail remarquable qui a été fait sur ce polissoir et qui prouve que nos ancêtres préhistoriques étaient fort ingénieux, puisqu'ils savaient profiter des déformations ou accidents naturels d'une pierre, pour diminuer les fatigues de leurs travaux (1).

Ce polissoir m'a paru si intéressant que j'ai cru devoir en faire connaître les particularités.

M. le Dr G. DARIN

à Paris.

TRAITEMENT DES TUMEURS PAR L'ÉLECTROLYSE. — OBSERVATION D'UN IMMENSE PAPILLOME (?) DE LA FACE DÉTRUIT PAR CE PROCÉDÉ

— Séance du 10 août 1894 —

Les applications industrielles de l'électrolyse se multiplient de jour en jour. Il en sera certainement de même de ses applications chirurgicales. Depuis huit ans, nous avons, en ce qui nous concerne, publié bon nombre

(1) Comme j'avais sur moi une hache taillée, achetée la veille à Cerilly, j'ai voulu voir l'effet que les cavités E et F de la rainure n° 4 pouvaient produire, je fis donc résonner de nouveau ce bois du bruit qu'on y entendait si souvent il y a des milliers d'années; chaque fois que la hache que je tenais en main venait à passer sur ces cavités, je ressentais des secousses provenant du choc de la hache contre les arêtes de la cavité; ces chocs détachaient les parties les plus saillantes de la hache et les détritus tombaient au fond de la cavité; — il est incontestable, pour moi, que la rainure n° 4, avec ses cavités, servait à dégrossir la hache et à la préparer pour le polissage qui s'achevait sur les autres rainures, qui toutes sont lisses.

Digitized by Google

de cas intéressants de l'emploi des courants continus à la destruction des tumeurs externes, au traitement des angiomes, des épanchements (hydrocèles, hydarthroses, hygromas, etc.), à la résorption des tumeurs internes, comme les fibromes utérins par exemple, etc., etc.

Ce sont des faits qui s'ajoutent à bien d'autres et, en particulier, à ceux que le professeur Guyon résumait, il y a déjà longtemps, dans son *Traité de Chirurgie clinique*.

Si nous n'étions pas obligé de nous maintenir dans des bornes restreintes, nous aurions essayé de montrer comment l'action *complexe* du courant continu, employé surtout sous forme d'électro-puncture, peut rendre compte des résultats enregistrés. Bornons-nous à dire qu'à l'effet galvano-caustique (qui permet de détruire rapidement et sans une goutte de sang, des tumeurs hémorroïdales, par exemple), s'ajoutent des effets *chimiques*, entre autres la coagulation du sang au pôle positif, des effets *physiologiques* (resserrement des vaisseaux au même pôle et leur dilatation au pôle négatif) et des effets *physiques*, dont l'osmose électrique, qui doit jouer un grand rôle dans la résorption des tumeurs. On n'a peut-être pas suffisamment insisté sur l'importance de ce phénomène de *transport* d'un pôle à l'autre.

Dutrochet avait déjà observé que le galvanisme augmente le phénomène d'osmose. Cette action cataphorique, comme on l'appelle, est tellement considérable qu'elle s'effectue même contrairement aux lois de l'endosmose.

La forme particulière des tissus de l'organisme est disposée (grâce aux milieux poreux et à leur contenu aqueux ou à leurs solutions salines) de façon à favoriser spécialement cette action osmotique. De plus, le resserrement des vaisseaux près du pôle positif et leur dilatation près du négatif se produisent concurremment, de telle sorte que ces deux influences, physique et physiologique, loin de se nuire, s'ajoutent au contraire. Donc, quand une aiguille positive pénètre dans un tissu, les cellules voisines perdent de leur liquide et il se fait une accumulation des solutions salines et aqueuses à l'électrode négative. L'activité fonctionnelle de la vie cellulaire doit forcément s'en trouver entravée.

Nous avons trouvé la confirmation de cette idée dans un travail publié par M. Jumelle *(Revue Scientifique)* sur la mort des végétaux par l'action du froid. Cet auteur a démontré que les plantes ne périssent pas (comme on le croyait jusqu'ici) par la formation de glace à l'intérieur des éléments cellulaires, mais par suite de la sortie du liquide contenu, au moment du dégel.

La mort est donc alors le résultat d'un changement de constitution du contenu cellulaire, changement qui résulte lui-même du phénomène physique de l'exosmose.

Digitized by Google

L'action cataphorique de l'électricité soutire l'eau des éléments cellulaires et, si elle est assez intense ou se répète assez souvent, protoplasme et suc cellulaire restent dans un état d'organisation moléculaire anormal, dans lequel les fonctions ne peuvent se rétablir. Sous l'influence de la concentration cellulaire, certaines combinaisons chimiques nouvelles se forment qui, plus ou moins définitives, entraînent la mort de la cellule. Donc, plus de prolifération ni de réparation possibles.

C'est surtout à cette cause que nous croyons devoir attribuer le succès de l'épilation galvanique. Le poil ne repousse pas, donc ses éléments reproducteurs ont été tués. Or, l'action chimique et l'action caustique résultant d'un courant de 3 à 4 milliampères seraient probablement insuffisantes pour expliquer la mort des cellules. — Il y a pourtant un *dégagement gazeux* bien visible, et il se peut que la diffusion des bulles entre les éléments contribue, en les dissociant, à entraver la nutrition interstitielle. On voit, dans tous les cas, combien l'action galvanique est complexe, car nous avions oublié de mentionner l'effet possible de ce dégagement gazeux qui résulte nécessairement de l'action chimique du courant continu.

Enfin, on peut encore ajouter aux diverses actions du courant l'effet de l'iode ou d'autres corps à l'état naissant, en injectant, par exemple : de l'iodure de potassium dans le tissu que l'on veut attaquer, — ou bien employer des aiguilles positives oxydables, de façon à faire agir les oxychlorures produits (électrolyse médicamenteuse interstitielle).

Ajoutons l'action chimique directe de l'électrolyse, l'action caustique, ainsi que celles que nous avons déjà citées, et nous ne nous étonnerons pas des effets puissants du courant continu, surtout transmis par électropuncture.

Mais, hâtons-nous de passer au fait qui constitue l'objet principal de notre communication et qui montre l'utilité de la galvano-caustique chimique proprement dite, pour l'extirpation d'une tumeur externe abandonnée par l'un de nos grands chirurgiens.

Papillomes (?) de la face détruits par l'électrolyse

Obs. — Pierre G..., soixante-cinq ans, colporteur, route de la Révolte, 166 (Levallois), nous est adressé par le docteur Gérard avec le mot suivant : « Vous avez déjà guéri une de mes petites malades atteinte d'un nævus de la joue ; il n'en reste plus trace... Je vous adresse aujourd'hui un brave homme atteint d'un épithélioma à marche lente, mais envahissante quand même et malgré tous les traitements les plus spéciaux. J'ai tout lieu de penser que la galvano-caustique que vous appliquez si bien va faire merveille et je me fais un plaisir de vous envoyer un sujet docile et typique. »

Digitized by Google

Commémoratifs. — La mère est morte de suites de couche. — Le père a succombé à soixante ans, à une maladie indéterminée. Il s'était marié trois fois et a eu huit enfants, dont quatre sont morts de maladie.

Aucun n'a rien présenté d'analogue à l'affection de notre sujet qui a, sous les autres rapports, toujours joui d'une bonne santé.

Vers 1868, serait apparue, au centre de la joue droite, comme une verrue qui fut coupée plusieurs fois par le barbier et qui s'accrut très lentement pour arriver au volume d'une fraise. Enfin celle-ci se détacha spontanément, il y a six ans, laissant une surface suintante sans ulcération. C'est autour de cette surface anormale que se développèrent les excroissances qui couvraient la joue au moment où le malade me fut adressé.

Fig. 1. — État du malade au moment où il nous fût adressé.

État actuel. — Du coin droit de la bouche par une traînée d'excroissances papillomateuses s'étendant, d'une part jusqu'à l'oreille (le lobule est à peu près détruit, un sillon ulcéré commence à détacher la partie correspondante du pavillon, le tragus et l'hélix sont envahis, le conduit auditif est rempli de granulations, du moins à son entrée) ; d'autre part, jusqu'à l'œil et au sourcil, les deux paupières sont couvertes d'excroissances dans leur tiers externe et l'inférieure est en ectropion prononcé ; la conjonctive dans l'angle externe de l'œil, est elle-même envahie par la production pathologique. Enfin, de l'œil, des proliférations semblables vont rejoindre celles de l'oreille. Il résulte de cet ensemble une sorte de quadrilatère irrégulier, dont les côtés sont représentés par des bandes ayant environ deux travers de doigt de largeur et constituées par une suite de saillies verruqueuses, faisant un relief de un à deux centimètres au-dessus des téguments voisins. Le centre présente une surface lisse, très rouge et suintante sans être positivement ulcérée.

Le malade se plaint de *souffrances intolérables* qui l'empêchent de dormir; il peut à peine ouvrir la bouche et s'alimente insuffisamment. — Pas d'engorgement ganglionnaire.

Digitized by Google

Chose incroyable, il dit avoir attendu quatre ans avant de consulter qui que ce soit. Enfin, il y a deux ans, il serait allé à Beaujon, où M. L. Labbé lui aurait dit *qu'on ne pouvait rien faire pour lui* ; puis à Saint-Louis, où, en l'absence de M. Péan, les internes lui ayant fait peur, il aurait refusé son admission. En dernier lieu, il était depuis six mois entre les mains du confrère qui me l'a adressé.

A première vue, je crus, comme ce confrère, avoir affaire à un épithélioma et, en présence de désordres aussi étendus, je pensai que le mal était au-dessus des ressources de l'art. Pour être sûr d'une éradication complète, n'allait-on pas être obligé de faire une perte de substance telle qu'il serait impossible de la combler ? Les deux paupières étaient envahies ; or, ces parties n'ont guère d'épaisseur; une fois détruites, comment les remplacer ? La tumeur avait même atteint le globe de l'œil et pénétré (jusqu'à quelle profondeur ?) dans le conduit auditif. Le pavillon était à sacrifier en partie, cela était possible. Mais la tumeur n'allait-elle pas se reproduire, pour ainsi dire au fur et à mesure qu'on l'enlèverait ? Toutes ces réflexions me rendaient assez perplexe. Cependant, je me décidai, en guise d'expérience inoffensive, à attaquer la masse morbide par son angle inférieur près de la bouche.

Après avoir, selon mon procédé habituel, introduit au-dessous du tissu pathologique, une aiguille positive en platine, et une négative d'acier, je fis passer le courant. Mais, arrivé à quatre éléments, le malade manifesta une telle souffrance que je ne pus aller au delà. Or, dans la peau saine, on peut tolérer un courant produit jusqu'à dix-huit éléments et d'une intensité de 40 à 50 milliampères. C'est cette sensibilité extrême qui me fit songer à un papillome, car la tumeur devait être bien riche en nerfs pour qu'un courant aussi faible déterminât autant de douleur. Elle était en même temps très vasculaire, car la moindre piqûre donnait beaucoup de sang et sa conductibilité était telle qu'avec 4 éléments seulement, on obtenait une intensité de 20 milliampères, très suffisante pour la destruction électrolytique.

Pour rendre l'opération moins douloureuse, j'essayai ultérieurement les injections de cocaïne ; mais le liquide ressortait par une masse de petits pertuis et ce mode d'anesthésie locale, tout en nous aidant, ne nous fut pas de grande ressource.

Quoi qu'il en soit, je prolongeai la séance (environ 10 minutes), de manière à être sûr de désorganiser la partie attaquée avec ce courant de 20 milliampères.

A la visite suivante, l'eschare était déjà tombée en laissant une surface d'aspect assez satisfaisant pour m'encourager à persévérer. J'arrivai ainsi à enlever, peu à peu, tout le côté inférieur du quadrilatère jusqu'à l'oreille.

Je détachai, toujours par électro-puncture, le lobule qui ne tenait presque plus; je touchai le sillon ulcéré qui tendait à séparer le pavillon, puis j'attaquai successivement les granulations du conduit auditif et celles qui recouvraient l'hélix et le tragus, en remodelant, pour ainsi dire, avec mes aiguilles, ces différentes parties. L'oreille seule me demanda une dizaine de séances. Chose curieuse, après chaque opération le malade se bornait à recouvrir la figure d'une compresse boriquée et d'un bandeau, les plaies laissées par la chute des eschares ne suppuraient point et, après plus de soixante électrolyses, il n'est jamais survenu la moindre complication. C'est à croire que les acides et les alcalis résultant de l'action galvanique ne sont pas un milieu favorable à la vie microbienne. Je ne voyais non plus de sang qu'à la suite des injections de cocaïne.

Digitized by Google

Après quatre mois d'un semblable traitement, il ne me restait plus que l'œil et son pourtour à soigner. La cicatrisation de l'oreille et des premières parties attaquées marchant à merveille, je me décidai à détruire les granulations des paupières, en ayant soin de n'agir qu'avec l'aiguille négative sur la paupière inférieure, afin de ne pas augmenter l'ectropion par une cicatrice dure et rétractile comme celle que donne l'action du pôle positif.

Telle est la précision de la destruction électrolytique, que je pus enfoncer une fine aiguille même dans le bord palpébral, sans que la cautérisation dépassât les limites du mal. Toutefois, je fus obligé d'agrandir un peu la fente palpébrale pour enlever la production qui avait envahi la conjonctive à l'angle externe de l'œil. Il fallut y revenir à plusieurs reprises et il persiste encore aujourd'hui un certain boursouflement de cette partie. Mais tout le reste est cicatrisé.

Fig. 2. — État du malade après un traitement de 6 mois.

Si l'on observe que nos premières destructions remontent à plus de six mois, il y a quelque raison d'espérer que la tumeur ne se reproduira pas. S'il en est ainsi, c'est qu'elle n'était pas de nature maligne, car loin de nous l'idée de nous poser en guérisseur de cancer.

Nous avons d'ailleurs déjà rendu au malade un service immense, car il *ne souffre plus du tout, dort la nuit entière, ouvre bien* la bouche, s'alimente bien, etc. Il se trouve régénéré et ne sait comment nous exprimer sa reconnaissance.

Mes perplexités du début et l'incertitude du succès firent que je négligeai de photographier le sujet, mais le docteur Gérard l'avait vu et soigné longtemps avant moi ; je le lui envoyai donc en lui demandant son impression sur le changement survenu dans l'état du malade.

Voici la lettre qu'il m'a adressée :

Digitized by Google

« Mon cher confrère,

» Je suis absolument émerveillé du résultat que vous avez obtenu sur mon pauvre client, M. G..., alors que je ne savais plus que faire pour soulager ses *horribles souffrances* et ses *hémorragies*.

» Après avoir appliqué tous les topiques classiques, j'ai recouru aux injections de pyoctanine si vantées en Allemagne contre le cancer, mais sans succès ; du reste, je n'avais jamais vu guérir un seul cas d'épithélioma de la face et j'avoue que c'est une dernière tentative que j'essayais. Mais vous aviez fait disparaître si rapidement un *nævus materni* de la joue de la petite Suzanne Dubé, la fille de ma concierge, que, par similitude, j'ai songé à l'électrolyse si habilement appliquée par vous.

» Je ne regrette qu'une chose, c'est que vous n'ayez pas fait photographier, au début, cet intéressant malade. Vous auriez eu là une pièce curieuse et unique à produire ; elle aurait fermé la bouche aux plus incrédules. — Je le regrette infiniment pour la science ; mais il serait facile de dessiner de mémoire et de rétablir les proportions de cette énorme excroissance en choux-fleurs qui avait pris un développement effrayant, au point de masquer une partie du visage, d'envelopper l'œil et l'oreille avec des pédicules de 4 à 5 centimètres.

» Veuillez, etc. »

Je reste sur ce témoignage et je conclus que, même dans les tumeurs externes, l'électrolyse peut triompher de cas pour lesquels le bistouri serait impuissant. C'est ce que l'exemple ci-dessus me semble démontrer, s'il est vrai, comme le dit le malade, qu'un de nos premiers chirurgiens avait décliné son intervention.

M. le Dr G. DARIN

à Paris.

NOUVEAU PROCÉDÉ D'ANESTHÉSIE CHIRURGICALE

— Séance du 10 août 1894 —

Inhalateur-vaporisateur permettant de régler et de maintenir constante dans l'économie la quantité des agents nécessaires à l'anesthésie. — Adonné depuis longtemps à l'étude et à l'expérimentation des divers agents

Digitized by Google

anesthésiques (comme le prouvent le mémoire que j'ai présenté, il y a une dizaine d'années, à la Société de Chirurgie, et mes nombreuses publications), j'ai trouvé le moyen de remplacer la compresse traditionnelle, dont se sert l'immense majorité des praticiens, par un appareil simple, portatif et permettant de régler d'une manière précise la quantité de l'agent nécessaire à l'anesthésie et de graduer à volonté cette quantité.

Laissant de côté, ici, la question de la valeur comparative des divers agents anesthésiques (que j'ai traitée dans le mémoire cité plus haut), je ferai remarquer, seulement, que mon inhalateur convient également à l'administration de tous les agents insensibilisateurs, liquides ou gazeux, employés seuls ou combinés entre eux.

Les dangers des agents liquides, comme le chloroforme, tiennent évidemment, dans une grande mesure, au mode habituellement employé pour les faire respirer et qui consiste à en imbiber une compresse que l'on place sous le nez du malade. Ce procédé primitif entraîne une perte considérable de l'agent, dont les vapeurs, en se répandant dans l'atmosphère, incommodent les assistants. Ce premier inconvénient est encore plus grave avec l'éther, dont les vapeurs sont inflammables et ont plus d'une fois infligé de sérieuses brûlures.

Mais ce n'est pas tout : la compresse ne permet pas d'évaluer la proportion de l'air et de l'agent inhalée par le sujet : « A tout instant, comme l'a dit le professeur P. Bert, dans une communication à l'Académie des Sciences, les inégalités de l'évaporation dues à la température, à la ventilation, à la respiration ; les quantités variables de chloroforme, les distances variables de la compresse aux voies respiratoires, modifient, dans des limites qu'il est impossible de mesurer, mais qui sont, à coup sûr, très étendues, la proportion des vapeurs de chloroforme dans l'air inspiré. J'ai donc eu raison de dire, étant donné le faible écart qui existe entre la proportion efficace (4 centigrammes par inspiration moyenne) et la proportion très dangereuse (8 centigrammes) des vapeurs du chloroforme dans l'air, que c'est *en louvoyant avec habileté*, au milieu de ces difficultés, que les chirurgiens obtiennent l'anesthésie et évitent les accidents. »

Avant le professeur P. Bert, un praticien avait proposé de *doser* le chloroforme en introduisant, dans un ballon de capacité connue, une quantité donnée du liquide anesthésique, et en remplissant d'air le ballon à l'aide d'un soufflet !

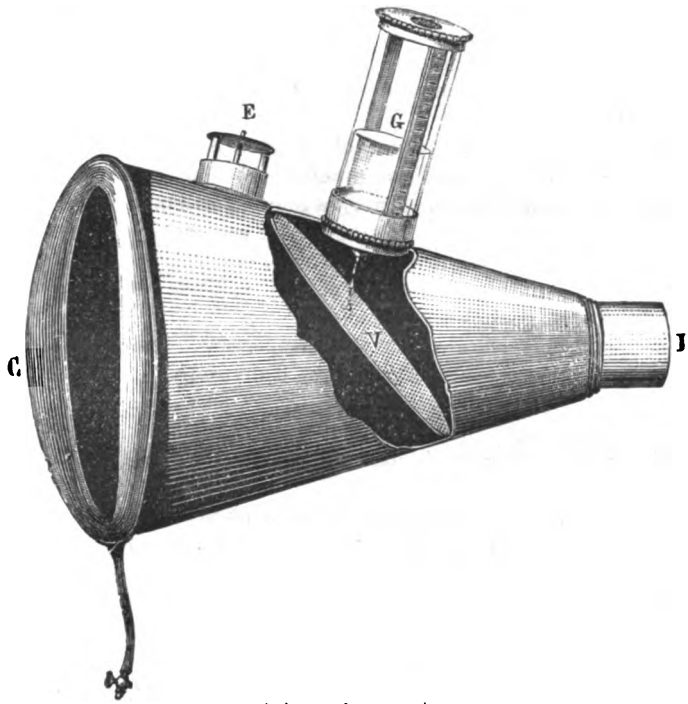
M. Bert s'est servi, dans ses expériences, de deux gazomètres contenant chacun 150 litres, dans lesquels on fait vaporiser 10 à 12 grammes de chloroforme, pour en faire respirer les vapeurs juste à la tension nécessaire.

A ce dernier revient le mérite d'avoir montré quelle est la dose

Digitized by Google

maniable du chloroforme. Mais il s'est défendu de la prétention de présenter un *appareil pratique*. Son moyen d'expérimentation est, en effet, lourd, encombrant et intransportable. Un autre défaut plus grave, que lui reprochait le professeur Gosselin, c'est que le mélange titré qu'on obtient ainsi donne une dose uniforme et non proportionnée à la tolérance individuelle de chaque sujet.

Le problème à résoudre était donc de trouver un appareil simple et pratique, permettant de doser l'agent anesthésique et de régler la dose suivant la tolérance individuelle de chaque malade.



Inhalateur du Dr Darin.

Pour cela, je place à l'intérieur d'un inhalateur, pourvu de deux soupapes, un diaphragme perméable à l'air inspiré, et sur lequel tombe le liquide en s'étalant sur une surface suffisante pour permettre au courant même de l'air inspiré de le vaporiser et de l'entraîner avec lui dans les voies respiratoires.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL

La forme et la matière de l'inhalateur proprement dit importent peu, à la condition qu'il constitue, une fois appliqué sur la bouche et le nez du sujet, un récipient fermant hermétiquement, sauf pendant les temps de l'inspiration et de l'expiration.

Digitized by Google

Une soupape I s'ouvre de dehors en dedans ; elle sert à l'inspiration. La soupape E s'ouvre en sens contraire pour l'expiration. C, est un bourrelet de caoutchouc qui se remplit d'air pour mieux s'adapter aux anfractuosités de la face, afin de rendre l'inhalateur parfaitement étanche.

G représente un compte-gouttes gradué, de façon à permettre de faire écouler la dose voulue de chloroforme sur le diaphragme V, perméable à l'air. Ce diaphragme est tendu obliquement, de telle sorte que l'air inspiré soit obligé de le traverser et de vaporiser en même temps la dose de liquide anesthésique. Quant aux produits de l'expiration, ils s'échappent par l'ouverture munie de la soupape E et située en arrière du diaphragme par rapport à la soupape I.

La nature du diaphragme et la mobilité des soupapes sont telles que la respiration s'exécute sans le moindre effort et aussi facilement qu'à l'air libre.

Maintenant, grâce à la disposition et à la graduation du compte-gouttes, je puis faire tomber sur le diaphragme le liquide en quantité voulue pour rester dans les limites de la zone maniable et pour proportionner cette quantité à la tolérance de chaque sujet.

Ce compte-gouttes se compose d'un tube gradué en grammes ; il est fermé en bas par un obturateur muni d'une tubulure très fine, calibrée de façon à ne laisser tomber que des gouttes ou mieux des gouttelettes d'un demi-centigramme. La partie supérieure de ce tube se ferme par un couvercle à ressort sur lequel est tendue une lame de caoutchouc, garnie d'une couche de substance non attaquable par le liquide anesthésique, et qu'il suffit de presser avec le doigt pour faire tomber les gouttes à volonté.

(On sait que la dose efficace, sans être dangereuse, fixée par P. Bert, est de 8 grammes de chloroforme par 100 litres d'air, soit de 8 centigrammes par litre.

Admettons qu'un sujet inhale à chaque inspiration un demi-litre de ce mélange, il introduira chaque fois dans ses poumons 4 centigrammes de chloroforme.

Chacune des gouttelettes qui tombe sur le diaphragme de mon appareil est de 5 milligrammes, c'est-à-dire huit fois moindre que la proportion contenue dans le mélange ci-dessus, — *mélange anesthésiant mais non léthifère.*

C'est cette marge considérable qui permet de régler la dose suivant l'ampleur des respirations et la tolérance de chaque sujet. Et si, comme me le faisait observer un préparateur de P. Bert, mon inhalateur n'est que la compresse perfectionnée, j'estime qu'elle l'est assez pour me donner une parfaite sécurité, et, de fait, depuis quinze ans que je fais ma spécialité de l'anesthésie, je puis dire que je n'ai jamais rencontré un seul cas qui m'ait donné la moindre appréhension.)

AVANTAGES DE L'APPAREIL

Mon appareil a donc les avantages suivants :

1° Il évite toute déperdition de la substance active, puisque celle-ci ne peut se vaporiser que dans le courant d'air inspiré (l'économie est telle que j'ai pu maintenir un sujet anesthésié pendant une heure et demie avec 30 grammes de chloroforme) ;

2° Comme il n'y a plus de dégagement de vapeurs à l'extérieur, les assistants n'en sauraient être incommodés ;

Digitized by Google

3° Il n'est plus besoin de gazomètres encombrants pour titrer le mélange ;

4° Toutes les causes qui font varier l'évaporation du liquide sur la compresse se trouvent supprimées ;

5° La dose uniforme du mélange titré à l'avance dans les gazomètres se proportionne, grâce au compte-gouttes gradué, à la tolérance de chaque sujet ; et enfin, au lieu d'avoir à louvoyer avec habileté, comme il était obligé de le faire avec les procédés primitifs. l'anesthésiste a maintenant le moyen d'agir d'une manière précise et pour ainsi dire mathématique, autant du moins que le comportent les exigences de la physiologie ;

6° Un autre avantage qui n'est pas à dédaigner, c'est la suppression de la saveur désagréable du chloroforme et surtout de l'éther ; le liquide en tombant par gouttelettes, est à peine senti par le sujet, qui peut s'endormir pour ainsi dire sans s'en apercevoir.

Ce n'est pas tout :

Mon inhalateur a encore le précieux avantage de permettre l'anesthésie combinée par les agents liquides et gazeux. Parmi ces derniers, prenons, par exemple, le protoxyde d'azote, le seul qui ait été jusqu'ici expérimenté sur une large échelle. Je fais arriver ce gaz par la tubulure qui supporte la soupape d'inspiration I ; il traverse le diaphragme comme le faisait l'air et, vaporisant le liquide versé par le compte-gouttes, il l'entraîne avec lui dans les voies respiratoires.

Chacun sait que le protoxyde d'azote est un agent d'insensibilisation vraiment merveilleux pour les opérations de courte durée, comme celles qui sont du domaine des dentistes : il anesthésie en moins d'une minute et ne laisse, après son action, aucun sentiment désagréable, ni nausées, ni vomissements, ni lourdeur de tête, etc. Mais la fugacité de ses effets est quelquefois un inconvénient. Pour une extraction difficile et un peu longue, il n'est pas rare qu'on soit obligé de recourir à une deuxième anesthésie.

Or, avec mon appareil, je suis arrivé à tripler la durée de son action, si bien que l'on peut souvent enlever jusqu'à dix dents ou racines dans une seule anesthésie.

C'est ainsi que je procède, depuis quinze ans, chez les nombreux dentistes qui m'appellent pour endormir leurs clients et *tous les jeudis*, à 9 heures, à l'*Institut odontologique*, rue de l'Abbaye.

Pour les grandes opérations, je commence à endormir le sujet avec le protoxyde d'azote, ce qui a lieu généralement en moins d'une minute, et je maintiens l'anesthésie avec le chloroforme seul, avec une dépense de liquide qui ne dépasse pas 20 grammes par heure.

Ce n'est pas ici le lieu de vanter les mérites de ce mode d'anesthésie combinée, mais on voit que ceux qui le connaissent et l'apprécient

Digitized by Google

auront dans mon appareil un moyen simple, pratique et extrêmement précis de se servir de cette méthode.

J'insiste seulement sur ce point, c'est que mon inhalateur convient également à l'anesthésie par un liquide seul et à l'anesthésie par un liquide combiné avec le gaz.

En résumé, voilà un procédé d'anesthésie qui me permet d'endormir les sujets en une minute et d'entretenir le sommeil indéfiniment sans danger d'intoxication, puisque l'agent est dosé. Il a la sanction d'une longue expérience, car, depuis quinze ans, je l'ai appliqué environ dix mille fois (dont cinq mille *enregistrées* à l'École odontologique), sans avoir eu, je ne dis pas d'accidents, mais jamais même la moindre appréhension.

M. le Dr JEANSELME

à Paris.

SUR LA COEXISTENCE DU GOITRE EXOPHTALMIQUE ET DE LA SCLÉRODERMIE

— Séance du 10 août 1894 —

On discute — et l'on discutera sans doute encore longtemps — sur la nature de la sclérodermie. L'anatomie pathologique ne fournit jusqu'ici aucune base solide sur laquelle on puisse édifier une théorie étiologique indiscutable et l'étude des conditions au milieu desquelles on voit apparaître cette curieuse dystrophie n'éclaire pas sa pathogénie. S'agit-il d'une maladie, au sens propre du mot, d'une affection univoque, dont la cause véritable nous échappe et dont nous ne connaissons encore que les causes secondes? Ou bien ne s'agit-il pas plutôt d'un syndrome clinique susceptible d'être réalisé par des facteurs étiologiques multiples? C'est là une question à laquelle on ne peut répondre avec certitude à l'heure présente.

Pour combler cette lacune dans nos connaissances étiologiques, nous ne devons négliger aucun des moyens que nous offrent les hasards de la clinique. C'est ce qui nous engage à publier l'observation suivante, dans laquelle les relations qui peuvent exister entre la sclérodermie d'une part et le goitre exophtalmique d'autre part sont mis en évidence.

Digitized by Google

Obs. — Notre malade est une femme de cinquante-huit ans, née à Strasbourg, ville où le goitre est une affection commune. Il y a fort longtemps, vers l'âge de vingt ans, cette femme remarqua au devant du cou une nodosité occupant la région thyroïdienne. Cette petite tumeur demeura stationnaire jusqu'il y a sept ou huit ans, époque à laquelle la malade, étant alors au Brésil, fut atteinte de dysenterie très rebelle qui nécessita le retour en France. Pendant le cours de cette maladie, le goitre prit une extension rapide et, depuis lors, il n'a pas rétrocédé.

C'est une tumeur du volume d'une orange, de consistance ferme, qui n'est ni réductible ni pulsatile. La peau qui la recouvre est parcourue par un réseau de veines dilatées. Elle occupe le lobe droit du corps thyroïde, descend jusqu'à la fourchette sternale et la partie interne de la clavicule droite, remonte jusqu'à l'os hyoïde, dépasse légèrement la ligne médiane cervicale et s'insinue en dehors sous le sterno-mastoïdien droit, qui bride sa moitié externe. Il n'existe pourtant aucun signe de compression.

L'exophtalmie, quoique peu marquée, est manifeste. Les mouvements des yeux sont faciles et réguliers, le signe de Græfe n'existe pas. Depuis un an, la malade a souvent des crises d'amaurose subites et très courtes pendant lesquelles elle voit des flammèches et des éclairs. Ces troubles visuels s'accompagnent de lipothymies, mais jamais de perte de connaissance complète.

La tachycardie passerait aisément inaperçue, car la malade n'accuse aucune sensation pénible au niveau de la région précordiale. Le pouls bat quatre-vingt-dix à quatre-vingt-seize fois par minute.

Le tremblement n'est pas continu. Il n'apparaît qu'à l'occasion des émotions. La malade reconnaît qu'elle est devenue très impressionnable depuis quelque temps. En résumé, on observe tous les signes d'un goitre exophtalmique léger, greffé sur un goitre ancien, probablement d'origine endémique.

Les antécédents héréditaires restent ignorés. Le début de la sclérodermie remonte à deux ans environ. Il fut annoncé par des crises douloureuses d'asphyxie locale occupant les mains et les doigts. Peu après, la sclérodactylie était assez marquée pour enlever toute précision aux mouvements des extrémités. Depuis la même époque, la malade éprouve continuellement la sensation d'un masque qui lui couvrirait le visage.

Lors de notre examen (24 juillet 1894), la peau du front est lisse, luisante, sillonnée de nombreuses varicosités capillaires et peu mobile sur les os sous-jacents.

L'ouverture et l'occlusion des yeux ne sont nullement gênées. Le nez est effilé, son lobule a presque disparu, la peau qui le recouvre est collée directement sur la charpente ostéo-cartilagineuse. Les narines ont perdu leur souplesse et leur courbure normale, elles sont réduites à l'état de membranes parcheminées. Le pavillon des oreilles est très aplati et collé sur la paroi temporale. Les lèvres sont pâles, amincies et froncées. La peau des joues présente un certain degré d'induration, ce qui limite l'ouverture de la bouche.

La langue a gardé sa consistance habituelle et sa face dorsale est pourvue de ses papilles, mais elle ne peut pas être projetée en avant par suite de la rétraction de son frein; quand la malade veut opérer ce mouvement, la pointe immobilisée est portée en bas et se cache derrière les incisives inférieures, tandis que l'ensemble de l'organe prend une forme globuleuse. Le voile du palais a conservé son aspect normal. La mastication, la déglutition et la phonation ne sont pas entravées. Le timbre de la voix n'est pas modifié.

Digitized by Google

La région cervicale et le haut de la poitrine commencent à être envahis par la sclérose cutanée. Sur le reste du tronc, sur les membres inférieurs et sur les membres supérieurs depuis les épaules jusqu'aux poignets, les téguments ont gardé leurs caractères normaux, mais les mains et les doigts sont immobilisés et engainés par une cuirasse sclérodermique des plus prononcées. Les phalanges sont déviées en masse vers le bord cubital et sont infléchies les unes sur les autres de manière à reproduire le type de flexion du rhumatisme osseux déformant. Les doigts, au lieu d'être effilés, comme cela s'observe ordinairement dans la sclérodactylie, sont le siège d'une déformation très spéciale. La pulpe qui recouvre la face palmaire de la phalangette est extraordinairement renflée, presque hémisphérique, ce qui donne à chaque extrémité digitale l'aspect d'une griffe de gallinacée.

Les troubles de la sensibilité sur les parties les plus intéressées par la sclérose sont très accusés. La piqûre, le contact d'un corps froid ou chaud, sont faiblement perçus au niveau des doigts et des mains. La sensibilité est encore obtuse sur les avant-bras. Les mêmes troubles sensitifs existent aussi au niveau des oreilles et du masque sclérodermique. Il n'existe aucun stigmate d'hystérie.

Les mains et les doigts sont tout à fait exsangues et le simple toucher permet d'y constater un refroidissement très notable. Du reste, la malade se plaint d'une sensation d'onglée des plus pénibles. Parmi les troubles trophiques ou sécrétoires, nous signalerons encore :

Un état de sécheresse très marqué des mains, qui persiste alors *même que* le reste du corps est en sueur ;

Une tumeur dorsale, avec ténosite crépitante, au niveau de chaque poignet ;

Enfin, une pigmentation de la peau répandue sur la face dorsale des mains, le cou, le haut du tronc et le bas-ventre.

Les muscles sont amaigris, mais non pas atrophiés. Les réflexes rotuliens sont normaux.

Il existe une légère polyurie (2 litres à 2 litres et demi d'urine en 24 heures). Il n'y a ni sucre ni albumine.

L'état général est satisfaisant, les viscères sont sains.

Le fait que nous venons d'exposer peut recevoir plusieurs interprétations. Si l'on rejette comme peu vraisemblable l'idée d'une pure coïncidence entre le goitre et la sclérodermie, on doit nécessairement adopter l'une des deux opinions suivantes : ou bien les deux affections dérivent d'une même cause sans qu'il existe entre elles aucune subordination, ou bien il y a une relation évidente de cause à effet entre l'altération thyroïdienne et la sclérose cutanée. Ces deux hypothèses méritent d'être discutées.

La première est fort soutenable. Le goitre exophtalmique et la sclérodermie sont deux affections qui ont une prédilection marquée pour le terrain névropathique. Toutes deux sont plus fréquentes dans le sexe féminin ; toutes deux aussi apparaissent souvent à l'occasion des modifications qui surviennent dans la vie sexuelle de la femme. Dès lors, quoi de surprenant que ces deux manifestations morbides se rencontrent sur un même sujet, puisque le même terrain et les mêmes conditions sont favorables à leur éclosion. Leur évolution parallèle sur le même organisme s'explique donc

Digitized by Google

aisément sans qu'il soit besoin d'invoquer l'influence hypothétique du goitre sur la sclérodermie.

Toutefois l'opinion inverse ne peut pas être rejetée sans examen. Des recherches récentes établissent que les glandes vasculaires sanguines ont sur la nutrition des tissus une action dont on ne soupçonnait pas l'importance il y a quelques années. L'hypertrophie du corps pituitaire, accompagnée ou non de celle du corps thyroïde et de la persistance du thymus, paraît être le substratum anatomique constant de la dystrophie systématique connue sous le nom d'acromégalie. Le goitre exophtalmique (ou du moins plusieurs de ses symptômes cardinaux) serait, d'après une des théories qui méritent le plus de crédit, la conséquence de la suractivité fonctionnelle de la glande tyhroïde, tandis que le myxœdème a pour origine certaine l'absence congénitale, l'atrophie ou l'ablation de ce même organe.

Ces divers troubles de nutrition sont unis entre eux par les connexions les plus étroites. Cela ressort suffisamment de certains cas complexes. Le goitre exophtalmique peut précéder le myxœdème (Hartmann, von Jakchs, Sollier), et dans une même famille, deux sœurs peuvent être atteintes, l'une de maladie de Basedow et l'autre de cachexie pachydermique (Hadden).

Le lien étiologique qui relie le goitre exophtalmique au myxœdème est donc évident : si nous montrons d'autre part que le myxœdème et la sclérodermie sont deux affections, sinon identiques, du moins très voisines au point de vue nosographique, on nous accordera aisément que le goitre exophtalmique et la sclérodermie sont dans un rapport étiologique étroit. Or, entre le myxœdème et la sclérodermie, il n'y a point de différence fondamentale. Sans insister sur les analogies cliniques qui existent entre ces deux dystrophies tégumentaires, analogies qui consistent surtout dans les crises douloureuses d'asphyxie locale, dans les troubles de la sécrétion cutanée et la chute des poils, dans les modifications des facultés intellectuelles et de la fonction génitale, nous ferons remarquer que les altérations anatomiques constatées dans le myxœdème et la sclérodermie ne sont pas aussi dissemblables qu'on pourrait le croire au premier abord. La présence de la mucine en excès dans l'enveloppe cutanée des individus atteints de cachexie pachydermique est loin d'être constante. Les résultats obtenus par l'analyse chimique sont contradictoires, et s'il est vrai que dans le myxœdème expérimental les tissus peuvent être riches en mucine, il n'en est pas moins certain que dans le myxœdème spontané, la proportion de cette substance contenue dans le derme et l'hypoderme est presque toujours normale. Souvent la seule lésion histologique qu'on observe dans le myxœdème est la prolifération conjonctive interstitielle et la sclérose des gaines vasculaires; or, cette altération est aussi, comme on le sait, la caractéristique de la sclérodermie.

Digitized by Google

Du reste, ces analogies n'ont pas complètement échappé à l'attention des observateurs. M. Grasset, dans une leçon clinique consacrée aux rapports qui unissent le myxœdème à la sclérodermie, arrive à cette conclusion que « la sclérodermie œdémateuse serait comme le trait d'union entre la sclérodermie ordinaire et la cachexie pachydermique » (1). Hadden pense aussi que le myxœdème est une affection voisine de la sclérodermie (2). M. E. Besnier signale, chez le même sujet, l'existence de lésions rappelant les caractères du myxœdème, des plaques sclérodermiques du thorax et de l'asphyxie locale des extrémités avec îlots de gangrène sèche sur les phalangettes (3). Lussana, analysant un cas qui débuta comme le myxœdème et aboutit à la sclérodermie, arrive à la conception d'une maladie unique dont les manifestations cliniques varieraient avec le siège, l'âge, l'acuité et la diffusion des lésions.

Ces relations qui existent entre le myxœdème, le goitre exophtalmique et la sclérodermie justifient, ce nous semble, le rapport nosographique que nous essayons d'établir entre ces différentes affections et permettent de les ranger sans invraisemblance parmi les dystrophies à point de départ thyroïdien.

Quoi qu'il advienne de cette hypothèse, qui, nous le reconnaissons, doit être confirmée par de nouvelles observations avant d'être acceptée, il faut retenir ce fait intéressant par lui-même, en dehors de toute préoccupation doctrinale, à savoir que la sclérodermie peut s'associer au goitre exophtalmique (4).

(1) Grasset, leçon clinique publiée par Blaise, in *Arch. de Neurol.*, 1882, p. 60 et 141.

(2) Hadden, *Brain*, 1882.

(3) E. Besnier, cité par Bouttier, thèse de Paris, 1886.

(4) Depuis la rédaction de ce travail, nous avons eu l'occasion d'observer un nouveau cas de sclérodermie à marche lente et extensive sur une femme atteinte depuis fort longtemps d'un goitre qui n'était accompagné d'aucun des symptômes de la maladie de Basedow. — M. B. Beer a rapporté au *Club médical de Vienne* (séance du 24 octobre 1891), cinq observations de sclérodermie parmi lesquelles deux sont en faveur de l'hypothèse que nous avons formulée. Dans l'une d'elles, l'auteur signale de l'exophtalmie et de la tachycardie; dans l'autre, il mentionne des poussées congestives fréquentes vers le corps thyroïde auxquelles succéda plus tard l'atrophie de la glande. — M. G. Singer, dans la séance suivante de la même Société, relate l'histoire d'une femme de cinquante-sept ans, atteinte de sclérodermie à évolution progressive, chez laquelle l'atrophie du corps thyroïde fut constatée pendant la vie. A l'autopsie, on trouva une diminution notable du lobe droit de cet organe et des nodules calcifiés dans les deux lobes thyroïdiens. L'examen histologique montra une forte augmentation du tissu conjonctif avec dégénérescence calcaire de la corne droite. L'auteur fait suivre cette observation de considérations sur les rapports qui existent entre la maladie de Basedow, le myxœdème et la sclérodermie. — M. B. Beer ajoute, après cette communication, que dans quatre cas de sclérodermie étudiés par lui, il y avait de la tachycardie et de la diminution de volume du corps thyroïde.

De ces faits trop brièvement exposés, *il résulte que certaines altérations de la glande thyroïde, telles que le goitre exophtalmique, le goitre simple ou l'atrophie du corps thyroïde, peuvent être suivies, à échéance plus ou moins longue, de l'apparition de la sclérodermie.* L'administration du traitement thyroïdien devra donc être tentée chaque fois que cette maladie ne s'accompagnera pas déjà des symptômes de l'intoxication thyroïdienne.

Digitized by Google

M. le Dr ROUVEIX

à Saint-Germain-Lembron (Puy-de-Dôme).

SUR UN CAS DE FIBROME UTÉRIN TRAITÉ PAR LES COURANTS CONTINUS

— Séance du 10 août 1894 —

Sans rentrer dans la discussion scientifique de l'emploi des courants continus dans le traitement des fibromes utérins et sans analyser les opinions les plus divergentes qui ont été émises à ce sujet, je viens vous présenter un fait clinique qui m'a paru avoir un certain intérêt. Une malade jeune, ayant eu deux fausses couches causées par une tumeur de l'utérus, arrive à conduire une grossesse à terme après avoir subi un traitement électrique.

Voici, du reste, l'observation :

Obs. — Mme X..., vingt-deux ans, d'un tempérament lymphatique, étant jeune fille, éprouvait des douleurs très intenses du ventre et des reins au moment des règles, qui étaient assez abondantes pour nécessiter le séjour au lit; elle avait un état névropathique avec anémie assez forte et prenait sans grand résultat des préparations de fer et de quinquina. En septembre 1888, Mme X... se marie et au mois de décembre, après un retard d'une quinzaine de jours, elle a une perte très abondante qui dure près de huit jours, avec des douleurs assez vives et l'expulsion de gros caillots ; elle ne s'en inquiète pas et garde le lit.

En décembre 1890, les règles avaient manqué pendant trois mois et tout d'un coup la malade fut prise d'une hémorragie très forte. On me fit appeler. Je fis coucher la malade et l'examinai. Le col était entr'ouvert et le fond de l'utérus remontait à deux travers de doigt au-dessus du pubis. Je prescrivis le repos absolu et de l'opium à forte dose. Malgré cela, la nuit suivante la fausse couche se produisait : mais il me semblait que le produit expulsé n'était pas en rapport avec le développement utérin. Au toucher, le col semblait se refermer, mais le corps était toujours volumineux, et semblait quitter la ligne médiane et basculer dans la fosse iliaque droite, ce qu'indiquait du reste la palpation. Les règles n'avaient manqué que trois mois et je craignis au premier moment la présence d'un second œuf. Mais le lendemain et les jours suivants, en voyant se faire l'évolution utérine, je pus parfaitement me rendre compte que j'avais affaire à une tumeur utérine siégeant sur la paroi droite. Cette tumeur, qui était sentie par le toucher et le palper, devait avoir le volume d'un gros œuf. Je ne doutais plus que ce fût là la cause des douleurs au moment des règles et des pertes abondantes, et je pensais que la grande perte qui s'était produite en

Digitized by Google

décembre 1888 et à laquelle la famille n'avait pas ajouté d'importance, n'était que la manifestation d'une première fausse couche. Je portais le diagnostic de fibrome utérin et pensais qu'il fallait au plus tôt employer le traitement par l'électricité. De plus, je priais de faire corroborer mon avis par un confrère, et le Dr Gagnon, professeur à l'école de Clermont, qui examina la malade, fut absolument de mon opinion.

Je pensais qu'à la campagne il était plus pratique de monter moi-même l'installation électrique dont j'avais besoin, pour pouvoir, le cas échéant, faire les réparations nécessaires sans être forcé de cesser mon traitement. Je formais une batterie de vingt éléments Leclanché, de 19 centimètres de hauteur chacun. Les éléments étaient montés en tension, les pôles venaient aboutir à un collecteur et dans le circuit était placé un galvanomètre d'Arsonval-Gaiffe, divisé en milliampères.

Le pôle positif était formé d'une tige métallique terminée par une olive. La tige était isolée par un tube en caoutchouc et l'olive recouverte de deux couches d'amadou. Le pôle négatif était formé d'une plaque malléable d'étain, de forme ovalaire 8 × 12 et recouverte de deux couches d'amadou. La malade étant couchée sur une chaise longue, j'appliquais le plus petit modèle de spéculum Fergusson pour découvrir le col utérin et je glissais intérieurement le pôle positif. Le pôle négatif était placé et modelé sur la paroi abdominale recouvrant le point où l'on sentait la tumeur. Les deux électrodes étaient préalablement trempés dans de l'eau salée à saturation. La durée de la séance était de quinze minutes. Je commençais par 10, 15, 20, 30 et 35 milliampères, progressivement, jusqu'à ce que la malade accusât une sensation pénible. Alors je diminuais l'intensité du courant.

Il faut, pendant toute la durée de la séance, suivre des yeux le galvanomètre; le courant peut varier pendant la même séance sans que l'on ait touché le collecteur, c'est-à-dire avec le même nombre d'éléments. Ce sont des oscillations faibles, deux ou trois milliampères. Mais les malades les sentent très bien et les accusent quelquefois d'une façon très douloureuse. De plus, la malade ne supporte pas aussi bien d'un jour à l'autre la même intensité, il semble que la pression atmosphérique ait une influence assez marquée. Ce qui est essentiel, à mon sens, c'est que l'augmentation ou la diminution du courant puisse se faire aussi doucement que possible, progressivement. Quelquefois, le choc produit par la rupture du courant peut déterminer des coliques et forcer la malade de garder le lit.

Le traitement électrique a été commencé en février 1891 et continué jusqu'en août, régulièrement tous les jours, sauf pendant le moment des règles, qui, du reste n'étaient plus douloureuses. L'état anémique avait fait place à un état de santé, l'appétit était augmenté et la malade avait engraissé. Au mois d'août, au toucher je ne trouvais plus rien d'anormal et par le palper on ne sentait plus le fond de l'utérus. Je proposais une saison à Salies-de-Béarn; elle fut remplacée par une saison à Saint-Nectaire, au mois de septembre.

En mars 1892, les règles manquèrent sous l'influence d'une grossesse qui suivit une marche très régulière et se termina en décembre 1892. La dilatation se fit très lentement, le souffle placentaire était très net, au fond de l'utérus. Il semblait que la tête ne voulût pas s'engager et fût poussée dans la fosse iliaque gauche. Comme la malade souffrait beaucoup et commençait à perdre, je me décidais à faire une version et quand, avec la main gauche, j'allais à la recherche des pieds, en longeant le côté droit de l'utérus, il me semblait que

Digitized by Google

quelque chose me rejetait la main à gauche. L'accouchement terminé et la délivrance faite, comme l'hémorragie continuait, je fus forcé de réintroduire la main pour retirer les caillots et forcer l'utérus à se contracter, l'autre main étant sur la paroi abdominale. Je sentis nettement une augmentation d'épaisseur dans la paroi utérine droite : c'était certainement ce qui avait empêché l'engagement de la tête et gêné les différentes manœuvres faites pendant l'accouchement. Les suites de couches furent normales; on sentait toujours une portion plus volumineuse dans la fosse iliaque droite, mais elle disparut progressivement, et deux mois après cet accouchement, l'utérus était revenu comme après la saison thermale, avant la grossesse.

Faut-il admettre que le fibrome qui, sous l'influence du traitement électrique, avait diminué à peu près complètement, ait subi une augmentation au moment de la grossesse? qu'il ait, comme le tissu utérin lui-même, éprouvé un développement de ses éléments anatomiques, puis subi la régression physiologique que subissait l'utérus? C'est possible, et c'est justement cette particularité qui présentait un certain intérêt.

CONCLUSION

Je n'affirme pas que le traitement électrique puisse supprimer tous les fibromes, mais il est des cas où son action est très marquée. C'est ce qui s'est produit dans le cas qui nous occupe. Cette tumeur utérine parfaitement constatée a disparu à peu près pour n'être plus appréciable. Sous son influence, cet utérus, qui était tellement irritable qu'il ne pouvait rien tolérer et qui, par sa contraction, avait produit deux fausses couches, a pu arriver à mener une grossesse jusqu'à son terme physiologique.

M. Alph. GUÉRIN

Membre de l'Académie de Médecine, à Paris.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE DE LA CICATRISATION DES BRULURES

— Séance du 10 août 1894 —

Ayant eu, comme la plupart des médecins, l'occasion d'observer souvent les cicatrices vicieuses qui succèdent aux brûlures, j'ai cherché les conditions qui président à leur formation, afin d'être à même de prévenir les difformités qui en résultent. C'est cette étude que je me propose d'exposer ici.

Digitized by Google

Je ne parlerai pas de la brûlure qui n'attaque que les parties les plus superficielles de la peau, bien qu'elle ne soit pas sans danger lorsqu'elle affecte une grande étendue de la surface du corps. C'est une lésion qui guérit vite, quand le malade ne succombe pas à l'intensité de la douleur.

La seule question qui soit digne d'être traitée devant les membres éminents de l'Association pour l'avancement des sciences, est celle de la constitution de la cicatrice qui succède aux brûlures profondes.

Tandis qu'une perte de substance produite par un instrument tranchant et même contondant, se guérit par la formation de bourgeons charnus qui engendrent une peau différant peu du tégument normal, la peau qui succède à une plaie produite par une brûlure profonde est douée d'une rétractilité contre laquelle tous les efforts tentés restent insuffisants.

Cette cicatrice a un aspect qui dénote un état morbide. Cet aspect est absolument celui des kéloïdes, qui, d'ailleurs, s'y développent fréquemment.

Composé de fibres qui sont rétractiles comme tous les tissus fibreux enflammés, il a la même ténacité, la même résistance que l'aponévrose palmaire et les tendons fléchisseurs des doigts qui ont subi une inflammation lente et profonde.

Pour vous préparer à comprendre ce qui se passe autour de l'eschare d'une brûlure, permettez-moi d'attirer votre attention sur les phénomènes qui se produisent dans le règne végétal à la suite d'un incendie. Dans ce cas, le tronc d'un arbre incendié ne paraît pas toujours atteint dans toute son épaisseur. L'écorce détruite tombe, les couches sous-jacentes ont l'aspect du bois mort; des branches trop chauffées, mais non calcinées tombent; puis, l'année suivante, elles repoussent malingres et, souvent, l'arbre dépérit et meurt.

Cela provient de ce que la brûlure s'étend au delà des parties mortifiées. Les sucs de la plante ont été soumis à une chaleur qui peut aller presque jusqu'à l'ébullition. Ce qui se passe dans nos foyers nous donne une idée de ce qui se produit dans l'arbre qui vit : au point où le bois vert a été coupé, on voit sourdre les liquides qui existent dans la profondeur et dont la température serait mal tolérée par une plante vivante. On comprend facilement, d'après cela, que lorsqu'un arbre en pleine végétation a subi l'atteinte du feu, si les couches les plus superficielles ont été seules détruites, il peut se faire que les couches profondes aient subi une influence qui se manifeste par la langueur de la végétation et, plus tard, par la mort.

La même chose se passe en nous quand une brûlure détruit une partie plus ou moins étendue de la peau : les éléments anatomiques qui sont dans le voisinage sont atteints, bien que l'on paraisse autorisé à penser

Digitized by Google

qu'ils sont indemnes, et ils sont assez atteints pour qu'ils perdent la faculté d'engendrer une bonne cicatrice.

Les conditions de la cicatrisation d'une partie détruite par le feu sont encore bien plus défavorables pour notre corps que pour une plante; dans la plante, la sève qui, altérée par la chaleur, atténue la vie végétative, est moins nuisible que la graisse qui, entrant en fusion, porte au plasma, aux vaisseaux sanguins et lymphatiques, aux nerfs eux-mêmes, une atteinte qui est profonde, bien qu'elle diffère de la mort.

Des bourgeons charnus nés dans de telles conditions ne peuvent engendrer que des tissus rétractiles, comme tous les tissus fibreux siégeant dans un foyer inflammatoire.

Kaposi, qui a étudié les kéloïdes provenant des brûlures, les a trouvées comme les kéloïdes spontanées, constituées presque exclusivement par des fibres longitudinales ou obliques, au milieu desquelles il y a des corps fusiformes. On peut dire que la réparation des parties détruites par la brûlure se fait par sclérose hypertrophique comme pour d'autres néoplasies morbides.

Permettez-moi de rappeler que le président de notre Section dit, je crois, d'après Cohnheim, que, entre 56 et 60 degrés, la chaleur amène la coagulation du plasma, et l'altération des vaisseaux à côté de la chaleur qui mortifie, il y a donc d'autres degrés de la température qui se contentent d'altérer les tissus voisins de ceux qui ont été détruits, et comme ce sont les tissus qui sont chargés de subvenir à la cicatrisation, s'ils ne sont pas mis dans de meilleures conditions, la cicatrice sera vicieuse, kéloïdienne et toujours rétractile.

Cette rétractilité du tissu inodulaire des brûlures, arrivé à sa constitution définitive, est telle qu'on a toujours lutté en vain contre elle. Si la cicatrice siège à l'aisselle, par exemple, le bras viendra se coller contre le thorax; si elle existe sur un membre dans le sens de la flexion, la rétractilité de la peau nouvelle produira une flexion permanente qui rendra l'extension impossible; au visage, il en est de même. Nous connaissons tous des malheureux défigurés par l'ectropion des paupières, succédant aux brûlures, il en sera ainsi tant que l'on n'aura recours qu'à une thérapeutique palliative.

On a pu penser que par l'antisepsie on arriverait à produire des cicatrices irréprochables; mais l'acide phénique, le sublimé et tous les antiseptiques connus sont impuissants pour prévenir la rétractilité des cicatrices destinées à combler les plaies des brûlures. Ces agents, qui sont aptes à prévenir l'empoisonnement du sang ne peuvent rien sur les tissus profonds qui donnent naissance aux bourgeons réparateurs. S'ils s'opposent à la toxicité, ils n'ont aucune action sur la génération morbide du tissu inodulaire parce que l'inflammation n'est pas, comme on le dit

Digitized by Google

depuis une vingtaine d'années, *exclusivement* le produit de l'intervention des microbes.

Si les microbes et leurs sécrétions sont des agents septiques capables de donner lieu à la suppuration et à la septicémie ; si, en les combattant, on met les plaies dans des conditions qui permettent de compter sur la réunion par première intention (je ne parle pas des brûlures en ce moment), ce n'est pas une raison pour que toute autre cause d'inflammation soit rejetée.

L'étude de la brûlure nous montrant l'insuffisance des liquides et des poudres antiseptiques pour la production d'une cicatrice molle, analogue aux tissus normaux, m'autorise à soutenir qu'au-dessous de la surface de la plaie d'une brûlure, il y a des tissus enflammés par l'action de la chaleur, qui n'ont pas été détruits, mais qui, devenant malades, ne peuvent pas engendrer des tissus normaux.

La compression élastique produisant l'ischémie des parties comprimées, est, je crois, le seul moyen d'enrayer l'inflammation sourde et profonde qui engendre des bourgeons malades.

On a, autrefois, tenté la compression ; Velpeau et, avant lui, son maître Bretonneau y avaient eu recours, surtout comme moyen abortif, dans les trois premiers degrés de la brûlure ; mais comment rendre supportable et effective, sans courir risque de produire la gangrène, une compression que l'on n'exerce qu'avec des bandes ? Aussi, ce traitement fut-il bientôt abandonné ; il cause des douleurs intolérables provenant de ce que, comme le dit le professeur Laugier dans un article du *Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques* : « Au bout de quelques jours, un cercle inflammatoire se produit autour de l'eschare, dont l'élimination a lieu du premier au vingtième jour, des douleurs que l'on pourrait appeler phlegmoneuses (je cite textuellement) accompagnent le travail et, dès son début, on peut constater qu'il n'a pas lieu autour de l'eschare, mais sous elle ; en effet, si on la comprime, on cause au malade des douleurs qui sont dues à l'irritation déjà produite dans les parties sous-jacentes. »

Les douleurs causées par une brûlure sont telles que la mort peut en être la conséquence ; un jeune médecin va jusqu'ici dire, dans un livre humoristique, que dans l'égoïsme, qui est le propre des gens qui souffrent, les voisins d'un pauvre brûlé se réjouissaient de sa mort, parce qu'ils avaient cessé d'entendre ses cris.

Pour calmer ces douleurs, on a eu recours aux réfrigérants qui sont incontestablement indiqués, à des solutions résolutives, à des applications de baudruche et de sparadrap qui peuvent rester appliqués pendant plusieurs jours, mais qu'il faut renouveler encore trop souvent ; on ne peut pas blâmer trop sévèrement, la pratique des pansements fréquents.

Digitized by Google

Dernièrement, j'apprenais qu'un malade, qui avait subi une large brûlure, succombait à la douleur et à l'épuisement résultant de pansements qui, pendant quatre mois, avaient été renouvelés tous les deux jours.

Comme c'est surtout une question de pathogénie que je traite, je me garderai bien de parler des nombreux topiques employés pour le traitement des brûlures.

Je répète que la compression élastique est le seul moyen qui soit propre à engendrer une cicatrice non rétractile, en même temps qu'elle est l'agent le plus efficace contre la douleur. La compression élastique est facilement tolérée ; elle est aussi douce que la compression directe ; tout intermédiaire d'un tissu élastique est intolérable. Cela résulte de nombreux faits de ma pratique ; mais il faut apprendre à la rendre efficace en même temps qu'elle est modérée.

Il faut se garder de croire que l'on a acquis une habileté suffisante, quand on a lu mon livre sur le pansement ouaté ; ce n'est que par des essais souvent répétés que l'on parvient à produire une compression efficace qui, au lieu d'être pénible, calme, presque instantanément, les douleurs de la brûlure.

Dans une communication que je fis au dernier Congrès de Chirurgie, je disais que si l'on supposait que la compression élastique peut agir uniquement en maintenant dans l'extension les parties qui sont sollicitées dans une direction vicieuse, je répondrais que, s'il en était ainsi, la rétraction se produirait après la cessation de la compression, car on sait que la rétractilité d'une cicatrice de brûlure subsiste longtemps après la guérison.

Quand une cicatrice s'est opérée sous la compression élastique, c'est-à-dire par l'opération de tissus dans lesquels on a éteint l'inflammation, elle est douée pour toujours de la mollesse d'une peau normale.

Je me résume :

Au-dessous de la peau et des parties sous-jacentes qui ont été détruites par le feu, il y a des tissus que l'on peut supposer sains, et qui, pourtant, ont subi l'influence d'une température excessive. Cette brûlure latente a sur les bords de la plaie, en voie de cicatrisation, une influence d'où résulte une rétractilité aboutissant aux difformités connues.

La compression élastique est le plus sûr moyen d'éteindre l'inflammation et de lutter contre une force agissant sans cesse ; c'est aussi l'anesthésique le plus puissant contre les douleurs intolérables des brûlures.

Digitized by Google

M. le Dr F. CAUTRU

Ancien Interne des Hôpitaux de Paris, à Paris.

DE L'EMPLOI DES AGENTS PHYSIQUES ET EN PARTICULIER DU MASSAGE, DANS LE TRAITEMENT DES DYSPEPSIES

— Séance du 10 août 1894 —

Pour retirer de l'usage des agents physiques dans le traitement des dyspepsies tout ce qu'on est en droit d'en attendre, il faut baser leur emploi (différent selon les cas) sur la détermination du type chimique de la dyspepsie à traiter. Nous avons déjà émis ailleurs cette idée dans un travail où nous avons pu démontrer, par un grand nombre d'exemples, qu'il y a parallélisme, sinon proportionnel, du moins toujours constant, entre les améliorations du chimisme stomacal et les symptômes cliniques du malade traité par les agents physiques bien compris (1).

Nous nous sommes toujours servi, pour la détermination des types chimiques, de l'ingénieuse méthode de M. Winter, la seule qui puisse nous donner les renseignements vraiment complets sur la composition du suc gastrique.

Nous n'avons pas à refaire ici l'histoire du chimisme stomacal ni à en démontrer la valeur. Rappelons seulement que dans le suc gastrique il faut considérer :

1° Une sécrétion, ou mieux une excrétion de chlorures venant du sang (valeur T du chimisme stomacal) : c'est la chlorurie ;

2° Une réaction due à la décomposition des chlorures et donnant H (acide chlorhydrique libre) et C (chlore combiné organique). H + C constitue la chlorhydrie. La valeur F est le résidu des chlorures non utilisés ; cette valeur a une très grande importance à cause de ses rapports avec T, le rapport $\frac{T}{F}$ indiquant, en effet, dans quelle phase se trouve la digestion.

Le terme de pepsie sert à désigner l'ensemble des caractères de la digestion d'où les noms d'*hyperpepsie* et d'*hypopepsie* selon que les phéno-

(1) CAUTRU, *De l'emploi des agents physiques dans le traitement des dyspepsies.* — Thèse de Paris, 1894.

Digitized by Google

mènes digestifs sont exagérés ou amoindris. L'hypopepsie peut aboutir à l'apepsie. L'hyperpepsie s'appelle *générale* si H et C sont exagérés, *hyperchlorhydrique* si H est seul exagéré, et *chloro-organique* si C est seul exagéré.

Ces deux types chimiques peuvent se compliquer de fermentations acides anormales révélées par l'élévation de la valeur α.

Voici quels sont les chiffres normaux du chimisme stomacal ; au bout d'une heure du repas d'Ewald (60 grammes de pain et 250 grammes de thé) :

Chlore total T = 0,321	Hcl. libre H. . . = 0,044
Chlore fixe F = 0,109	Chl. comb. org. C = 0,168
	H + C = 0,212

$$\alpha = 0{,}90 \qquad \frac{T}{F} = 3$$

Ces notions, si vagues qu'elles soient, suffiront pour comprendre les termes que nous emploierons dans la suite de ce travail.

I. — Traitement de l'hypopepsie par les agents physiques.

Il faut distinguer, à notre avis, deux classes d'hypopepsie : l'une, que l'on pourrait appeler *primitive*, est liée, la plupart du temps, à un état d'atonie générale et rentre dans la description que M. le Dr Mathieu a si admirablement faite de la dyspepsie nervo-motrice.

Les malades atteints de cette affection, que ce soit par tare héréditaire (neuro-arthritisme) ou à la suite de fatigues intellectuelles au-dessus de leurs forces, n'ont plus, en quelque sorte, la résistance nécessaire pour les luttes de la vie. Dans la classe inférieure elle conduit à la mendicité, au vagabondage ; dans la classe aisée, elle crée les oisifs, les blasés, les inconstants, les irrésolus, les déséquilibrés en un mot.

Leur gastrite se révèle par des troubles très variables de la digestion.

L'appétit est capricieux. Après les repas, ils se plaignent de gonflements, de renvois, de douleur quelquefois, au creux épigastrique, le travail intellectuel est difficile, ils ont envie de dormir et sont en proie à un engourdissement général. Le travail digestif paraît les épuiser, quelques-uns ont ce qu'ils appellent des *faiblesses d'estomac*.

Cette grande difficulté de la digestion explique pourquoi les hypopeptiques de cette classe paraissent avoir, si on ne s'occupe que de leurs troubles gastriques, une dyspepsie bien plus grave que certains hyperchlorhydriques à lésions avancées de la muqueuse, mais dont les signes fonctionnels sont presque nuls.

Leur estomac clapote, après les repas, ainsi que le gros intestin, à cause

Digitized by Google

de l'atonie du tube digestif. L'entérite muco-membraneuse est fréquente. Les troubles extra-stomacaux réflexes ne sont pas rares et les malades se plaignent de sensations d'étouffements, de palpitations de cœur, de céphalées, de névralgies diverses, etc.

Cette gastrite est curable, le chimisme — quand le malade est guéri, en apparence du moins, car les rechutes sont fréquentes — pouvant redevenir absolument normal. Le malade qui fait l'objet de l'observation I de notre thèse en est un exemple remarquable :

1er juillet 1892 :

$T = 0,350$	$H = 0$	$A = 0,145$
$F = 0,211$	$C = 0,131$	$\alpha = 1,10$
	$H + C = 0,131$	$\frac{T}{F} = 1,6$

12 avril 1893 :

$T = 0,375$	$H = 0.036$	$A = 0,253$
$F = 0,148$	$C = 0,197$	$\alpha = 1,01$
	$H + C = 0,283$	$\frac{T}{F} = 2,64$

La seconde classe d'hypopepsie serait presque toujours une phase avancée de l'hyperpepsie. Les glandes détruites ne font plus de travail utile, H et C sont faibles ou nuls, F reste élevé et le rapport $\frac{T}{F}$ plus ou moins au-dessous de 3. C'est ce qui se passe le plus souvent dans la gastrite alcoolique, ou la gastrite des tuberculeux dont la phase hyperpeptique a pu échapper au médecin.

Cette gastrite hypopeptique *secondaire* est des plus graves, car il n'y a plus à compter sur les glandes disparues. Le chimisme peut s'améliorer légèrement, mais jamais il ne redevient normal, le traitement dont nous allons parler ne pouvant plus s'adresser qu'à l'élément musculaire de l'estomac et de l'intestin.

C'est chez les hypopeptiques de la première classe que le traitement par les agents physiques locaux et généraux est surtout indiqué, les nombreux médicaments que l'on fait d'ordinaire ingérer à ces malades ne servent qu'à augmenter leur gastrite.

Mais ce traitement est complexe et le massage abdominal ne réussira pas plus, s'il est employé seul, que l'électrisation, l'hygiène, le régime et la station thermale. Il faut combiner l'emploi de tous ces agents, de même que pour consolider une maison qui s'écroule il faut avoir recours aux différents corps d'état du bâtiment.

On dirait que, dans un certain nombre de ces cas, il s'agit d'une affection de cause centrale cérébro-médullaire. L'organisme est déséquilibré.

Digitized by Google

Les excitations du tube digestif, par exemple, faites seules, peuvent même augmenter cette déséquilibration, nous en avons observé quelques cas. Le tube digestif peut alors, à la suite de ces excitations, prendre une sorte de vie autonome, vie qui s'éteint d'ailleurs rapidement si on n'a pas soin d'envoyer d'autres agents au secours de l'organisme. Ces cas ressemblent à celui d'un de nos malades, ataxique, qui, atteint d'une constipation opiniâtre, d'origine médullaire, allait chaque jour à la selle quand nous lui faisions des massages, la constipation reparaissant dès que nous cessions nos soins.

Certains de ces malades devraient être appelés de *faux dyspeptiques*, leur chimisme stomacal pouvant être normal ou à peine dévié vers l'hypopepsie. Il y a chez eux de l'atonie gastrique, comme il y a atonie de tout l'organisme et, si l'on peut s'exprimer ainsi, ce sont aussi bien des hypocérébraux et des hypogénitaux que des hypopeptiques.

Combinant donc, selon les différents cas, l'action des agents physiques, il faudra employer l'hydrothérapie, l'électrisation, les massages local et général, la gymnastique, l'hygiène, le régime et la station thermale.

Ne voulant pas trop étendre notre sujet dans une communication de ce genre, nous nous contenterons de donner ici nos idées personnelles sur le massage de l'abdomen, l'emploi des autres agents physiques ayant fait l'objet d'un intéressant travail de M. le professeur Hayem, dans ses leçons de thérapeutique.

Si nous employons l'expression de massage de l'abdomen et non de massage de l'estomac, c'est qu'il nous semble impossible, et nous avons développé ailleurs cette idée (1), de séparer, dans les dyspepsies, l'intestin de l'estomac. Un équilibre parfait est indispensable entre ces deux organes et tout trouble de l'un amène, en général, un trouble de l'autre.

Nous avons démontré, de plus, que le massage bien compris agit également bien dans la diarrhée chronique et dans la constipation.

L'hypopeptique n'ayant pas la force de digérer seul, il faudra l'aider dans ce travail et remplacer par une gymnastique passive la gymnastique active que l'estomac et l'intestin ne peuvent plus faire. Nous nous sommes très bien trouvé, dans ce cas, de faire après le repas, pendant la digestion même, un massage superficiel, consistant en un effleurement léger de la région gastrique, pratiqué par manœuvres interrompues, faites avec la pulpe des doigts. C'est une percussion digitale, une sorte de jeu de piano, comme on l'a appelé. Ce massage excite lentement le muscle de l'estomac et réveille l'activité sécrétoire endormie. Dans tous les cas où il y a sensation de pesanteur, de douleur au creux épigastrique, il faudra ne commencer le massage excitant qu'après avoir fait disparaître ces sensations

(1) CAUTRU, *loc. cit.*

Digitized by Google

pénibles à l'aide d'un massage calmant et également superficiel. Il se pratique à l'aide de frictions douces faites avec la paume de la main. Le médecin placé à la droite du malade pose sa main droite de façon que l'extrémité des doigts étant dirigée vers le sein gauche du patient serve en quelque sorte de pivot autour duquel tourne la paume de la main, qui se dirige alors de la fourchette du sternum en bas et à gauche en suivant le bord inférieur des fausses côtes. Pendant que la main droite descend vers la gauche, la main gauche fait le même mouvement, mais avec la pulpe des doigts et en descendant vers la droite.

Cette manœuvre doit être faite assez rapidement de façon que la région douloureuse soit toujours en contact avec la paume de la main ou la pulpe des doigts. L'anesthésie se produit assez vite, et nous avons vu, par ce procédé, cesser des crises gastriques d'une violence extrême après une durée de dix à quinze minutes. Il en est de même pour la région intestinale, la disposition des mains variant selon la zone que l'on masse.

Ce massage superficiel, excitant et sédatif, peut être fait avant le repas : il excite alors l'appétit.

Nous avons donné à ce genre de manipulation le nom de massage *digestif*, car il aide vraiment le malade à digérer, tandis que le massage fait à jeun, peu utile chez les malades dont nous parlons ici, — car ils ont surtout de la paresse et non de l'atrophie musculaire, — sert à tonifier l'estomac et à activer l'évacuation retardée des résidus alimentaires.

Ce massage que l'on fait à jeun trouve son indication dans la forme grave de l'hypopepsie, alors que les glandes sont atrophiées, le muscle altéré, les fermentations abondantes. Il sera profond et se composera de pressions de plus en plus fortes, faites de gauche à droite et lentement, puis de malaxations à l'aide desquelles on cherche à saisir l'estomac et l'intestin entre les doigts écartés.

On a décrit une foule de procédés de ce massage profond, mais il nous semble que le médecin doit s'inspirer de ses idées personnelles, les mouvements qu'il fera, quels qu'ils soient, concourant toujours au même but, celui de tonifier le muscle gastro-intestinal.

Nous avons dit que l'entérite muco-membraneuse était fréquente chez les hypopeptiques ; or, il nous a semblé préférable de s'abstenir du massage dans les poussées aiguës et de procéder avec une grande prudence dans leur intervalle.

II. — Massage dans l'hyperpepsie

Nous avons vu qu'il y a deux classes d'hyperpepsie : l'hyperpepsie générale et chlorhydrique quand H et C ou H seul sont au-dessus de la normale; l'hyperpepsie chloro-organique quand C est seul exagéré.

Digitized by Google

Cette division nous paraît nécessaire ici, car c'est dans l'hyperpepsie chloro-organique que nous obtenons toujours les plus beaux résultats : cessation des crises gastriques, si fréquentes dans cette forme, retour de l'appétit, digestion moins pénible et disparition de la constipation.

Les bons effets du massage dans cette forme de dyspepsie s'expliquent probablement par ce fait que le massage active toujours la digestion, élevation du rapport $\frac{T}{F}$, ainsi que nous l'avons démontré ailleurs. Or, M. le professeur Hayem, dans ses savantes recherches sur les troubles de l'évolution digestive, a remarqué que, dans la plupart des cas, l'hyperpepsie chloro-organique n'était qu'une hyperchlorhydrie avec ralentissement de la digestion...

« L'étude de l'évolution, dit M. Hayem, a montré que souvent l'état hyperpeptique chloro-organique précède la phase dans laquelle survient la surabondance de l'acide chlorhydrique libre, qu'en d'autres termes il y a hyperchlorhydrie tardive (1). »

Dans ce cas, on fera le massage à jeun. Il sera, comme nous l'avons dit plus haut, tonique et reconstituant du muscle stomacal. Quand il est fait trop tôt après le repas, il ne donne que de mauvais résultats, les malades ont des renvois, des envies de vomir et éprouvent un malaise général.

Il n'en est pas de même dans l'hyperpepsie générale avec activité de la digestion.

Nous dirons d'abord qu'en principe il faudra être très sobre de massage stomacal dans cette forme de dyspepsie de peur de réveiller ou d'augmenter la gastrite. Ce qui nous a paru le mieux réussir ici, c'est un massage superficiel calmant prolongé pendant quinze à vingt minutes, pendant que se fait la digestion, au moment où apparaissent les gonflements, la lourdeur et souvent aussi la douleur qui l'accompagne. Mais, nous le répétons, mieux vaut s'abstenir dans la plupart des cas et ne songer qu'à l'intestin, s'il y a constipation ou diarrhée.

Telles sont, résumées, les quelques notions qui nous semblent utiles et suffisantes pour traiter par le massage la plupart des dyspepsies. Quant aux autres agents physiques que nous y adjoignons volontiers, nous n'en dirons que quelques mots.

L'électrisation statique nous a rendu de grands services dans les formes nerveuses locales et générales des différentes gastrites.

L'électrisation faradique réussit dans l'hypopepsie légère pourvu que le malade n'ait pas un système nerveux hyperexcitable.

L'hydrothérapie chaude réussira aux neurasthéniques excités qui ne dorment pas, l'hydrothérapie froide aux hyperpeptiques. L'hydrothérapie varie d'ailleurs à l'infini dans ses formes.

(1) *Bulletin médical*, 1894, p. 362.

Digitized by Google

L'hygiène, le repos ou la gymnastique, le régime, les lavages d'estomac, la station thermale trouveront leurs indications dans l'analyse du suc gastrique.

Il va sans dire que ces notions n'ont rien d'absolu, qu'elles doivent subir des modifications selon l'état morbide, diathésique ou passager, du malade.

C'est ainsi qu'il faudra être très prudent dans le maniement de l'eau froide chez les rhumatisants, très sobre de massage abdominal chez les goutteux, un massage trop prolongé ou trop énergique pouvant amener une crise à peine éteinte ou en provoquer une nouvelle. Nous reviendrons d'ailleurs sur ce sujet, car nous avons observé, cette année même, plusieurs cas bien intéressants d'accès de goutte provoqués ou réveillés par le massage de l'abdomen.

Enfin, quand il s'agira de dyspepsie chez les tuberculeux, on devra adjoindre le traitement spécifique en se gardant bien d'introduire les médicaments par l'estomac. Chez quelques-uns de ces malades, porteurs de lésions avancées de l'intestin (entérite muco-membraneuse, diarrhée chronique) et des poumons, nous avons observé de véritables résurrections en combinant l'hygiène, le gavage, le massage abdominal, le séjour dans une station appropriée au moment de la saison, avec les injections sous-cutanées ou les lavements de créosote. Dans ces cas, surtout, la combinaison de tous les agents physiques est indispensable, sans quoi l'on n'obtient que des résultats médiocres ou peu durables.

M. le Dr BÉRILLON

Médecin Inspecteur des Asiles publics d'aliénés, Directeur de la *Revue de l'Hypnotisme*, à Paris.

LES PHOBIES NEURASTHÉNIQUES. — ÉTIOLOGIE ET TRAITEMENT PSYCHOTHÉRAPIQUE

— Séance du 10 août 1894 —

De toutes les manifestations de l'épuisement nerveux, les plus intéressantes à étudier sont assurément les symptômes d'ordre purement subjectif désignés par Beard sous le nom de *phobies* et par Bouveret sous le nom d'états d'anxiété neurasthénique. Ces états sont caractérisés

Digitized by Google

par un ensemble de sensations émotionnelles au milieu desquelles la sensation de l'effroi, de la peur irréfléchie et angoissante semble toujours dominer.

Il est peu de neurasthéniques chez lesquels ces peurs, aussi irraisonnées qu'indéfinissables, n'existent à un degré variable.

Ces troubles psychiques semblent s'écarter à tel point des limites de l'émotivité normale qu'il faut, pour en comprendre toute la valeur, être déjà initié aux difficultés de la psychologie pathologique. C'est ce qui explique le septicisme professé à cet égard par un grand nombre de cliniciens qui se bornent à ranger les neurasthéniques psychiques dans la catégorie peu intéressante des hypocondriaques, voire même des malades imaginaires. La réalité de ces phobies n'a cependant d'égales que leur fréquence et leur ténacité. Si l'attention des médecins n'a pas été plus tôt appelée sur ces perturbations psychiques, c'est que les difficultés de l'examen clinique résultent de l'instabilité même de l'état mental des sujets. Alors qu'ils s'étendent avec une complaisance excessive sur certains symptômes pénibles tels que la céphalalgie, la rachialgie, l'insomnie, la dyspepsie, la fatigue musculaire et même la difficulté d'un travail soutenu, les mêmes malades ont souvent une tendance marquée à dissimuler leurs troubles cérébraux. C'est également chez eux qu'on retrouve cet état d'indécision qui les empêche de prendre la détermination la plus simple. Beard raconte que beaucoup de ses clients venaient jusqu'à sa porte et s'en allaient sans pouvoir se décider à sonner. Un de mes malades est monté ainsi chaque jour, pendant une semaine, jusqu'à la porte de mon appartement, sans se décider à entrer. Au dernier moment, malgré les instances de sa femme, il trouvait toujours un prétexte pour remettre la consultation au lendemain.

Cette irrésolution persiste dans le cabinet du médecin et c'est presque toujours avec beaucoup de réticences, d'hésitations et seulement à la suite d'interrogatoires dirigés avec beaucoup de tact et de persévérance, qu'ils se décident à avouer les défaillances de leur volonté et à reconnaître les interprétations erronées de leur jugement.

Quelques-uns, il est vrai, n'éprouvent aucune humiliation à faire l'aveu de leur faiblesse morale et racontent leurs états d'anxiété à tout le monde. Mais ce sont de rares exceptions.

Lorsque le médecin a reçu d'un malade la confidence d'une phobie, il se heurte à une sérieuse difficulté, celle d'obtenir une description suffisamment précise du malaise ressenti. Par sa nature même, la phobie, la peur morbide rentre dans le cas des phénomènes indéfinissables, tels que le vertige, l'angoisse, l'anxiété avec lesquels elle est le plus souvent associée d'une façon indissoluble.

Comment expliquer une peur angoissante survenant à la vue d'un

Digitized by Google

objet insignifiant, à l'idée d'accomplir un acte banal ? Le malade se rend parfaitement compte de l'absurdité de sa peur, il la qualifie lui-même très sévèrement; mais il sait, par expérience, que lorsqu'il se trouvera dans les mêmes conditions, sa volonté sera impuissante à éviter le retour de l'accès d'anxiété. Chez beaucoup de phobiques, il n'est pas même besoin d'une cause réelle ; une idée, un souvenir suffisent pour amener le retour de la crise.

Nous avons pu nous rendre compte à maintes reprises de l'intensité des souffrances morales éprouvées par certains neurasthéniques. Ainsi, chez une de nos malades, il suffit de quelques paroles pour provoquer une anxiété des plus pénibles. A la suite d'une consultation médicale qui lui avait causé une vive émotion, elle resta préoccupée de l'idée qu'elle était atteinte d'une maladie nerveuse dont on lui dissimulait la nature et la gravité. Depuis lors, il suffisait de parler devant elle d'une maladie quelconque pour que son visage, un instant auparavant coloré, revêtît une teinte blafarde. En quelques secondes, l'émotion déterminait un certain nombre de phénomènes très manifestes : ses narines se resserraient, ses pupilles se dilataient, sa voix s'altérait, ses mains devenaient froides, elle perdait contenance et si elle était debout, elle sentait ses jambes fléchir et était obligée de s'asseoir comme si elle eût été prise de vertige.

Elle craignait surtout de tomber en syncope, bien que cet accident ne lui fût jamais arrivé. Si on lui affirmait avec insistance que sa maladie était peu grave, qu'elle guérirait sûrement, elle se rassurait peu à peu, se mettait à sourire et revenait insensiblement à l'état normal. Sous l'influence de suggestions faites dans l'état hypnotique, son état s'est promptement amélioré et les phobies ont diminué rapidement de fréquence et d'intensité.

Dans une récente étude, nous avons montré les conséquences graves que peuvent avoir les anxiétés neurasthéniques lorsqu'elles se manifestent chez des sujets astreints au service militaire. Elles méritent également d'être étudiées au point de vue professionnel. En effet, il est rare que les préoccupations des neurasthéniques ne se rattachent pas, par quelque côté, à leurs travaux habituels. C'est un fait qui jusqu'ici n'a pas paru frapper les auteurs qui ont écrit sur cette question, bien qu'il résulte de leurs observations elles-mêmes. Ainsi, dans l'observation d'agoraphobie devenue classique que Legrand du Saulle publiait, en 1870, dans les *Annales médico-psychologiques*, le jeune officier qui en faisait l'objet ne se sentait défaillir et n'était pris de son angoisse indéfinissable au moment de traverser une place, que s'il était en habit bourgeois ; quand il était à cheval, ou en uniforme et le sabre au côté, il pouvait impunément parcourir la même voie.

Digitized by Google

EXEMPLES DE PHOBIES PROFESSIONNELLES

Dans ses leçons cliniques, M. le professeur Grasset montre que les phobies n'épargnent pas les médecins. Il en est qui, sous l'influence de préoccupations liées à l'exercice de leur profession, en sont réduits à abandonner leur clientèle. Tel ce médecin des plus distingués des hôpitaux, dont l'anxiété commençait dès qu'un de ses malades quittait son cabinet, emportant une ordonnance signée de lui. Il se demandait avec angoisse ce qui arriverait s'il s'était trompé et s'il avait prescrit des centigrammes au lieu de milligrammes. Il ne retrouvait le calme que lorsque son domestique, parti à la recherche du client, lui avait rapporté son ordonnance et qu'il avait pu s'assurer qu'elle était conforme aux indications du formulaire. Nous avons appris avec satisfaction qu'il s'est complètement rétabli.

Grasset parle aussi d'un médecin auquel la peur du microbe, soit intérieur, soit extérieur, crée une existence des plus malheureuses. M. le Dr Brochin nous a rapporté le cas d'un médecin qui, chaque fois qu'il s'approche d'un malade atteint de diphtérie, fait preuve d'un véritable héroïsme. Indifférent à toutes les autres maladies contagieuses, il ne devient anxieux qu'à l'idée de la diphtérie.

Parmi les phobies professionnelles que nous avons eu l'occasion d'observer se trouve celle d'un étudiant en médecine de troisième année, atteint d'hématophobie. Il éprouvait une angoisse extrême à la vue de quelques gouttes de sang. Son état fut promptement modifié par quelques séances de suggestion. Les phobies observées chez les étudiants en médecine ont heureusement un caractère transitoire, comme dans le cas du chef de clinique et de l'interne de Trousseau, qui éprouvèrent de la dysphagie à la vue de l'eau ou d'objets brillants pendant un ou deux jours, après avoir fait l'autopsie d'un individu atteint de rage. M. le professeur Raymond a cité un vétérinaire qui, après avoir été mordu par un chien enragé, fut pris de crises d'hydrophobie ; on substitua au chien qui l'avait mordu un animal sain qui ressemblait au premier et les accidents disparurent. Ces faits démontrent assez clairement le rôle de l'auto-suggestion dans la production des phobies. Les médecins savent à quoi s'en tenir à ce sujet. Combien d'entre eux, étant étudiants, ont été sous l'influence au moins passagère de la phtisiophobie ou de la bacillophobie !

La liste de tous ceux qui, magistrats, officiers, artistes, médecins, grands commerçants ou industriels, voyageurs de commerce, ont été mis dans la nécessité d'abandonner, au moins momentanément, leur profession, par suite d'une ou plusieurs phobies neurasthéniques, serait longue à établir. Nous nous bornerons à citer maintenant quelques exemples observés par nous, dans lesquels le caractère professionnel des phobies était des plus nettement caractérisés. Un jeune prêtre du diocèse de la Haute-Marne ressent une angoisse des plus pénibles au moment de monter en chaire le dimanche. Les sensations, longtemps attribuées à une timidité exagérée, sont constituées, en réalité, par un état d'anxiété neurasthénique, car il n'est pas timide dans les autres circonstances de son ministère religieux. Un de ses collègues n'éprouvait d'anxiété qu'au moment de recevoir une confession. Il était alors hanté de scrupules sans fin qui ne cédaient à aucun raisonnement, ni à aucun effort de volonté. Ces deux cas ont été traités avec succès par la suggestion hypnotique. Beard avait également observé un prédicateur célèbre qui, en chaire, parlait

Digitized by Google

avec beaucoup d'éloquence et d'autorité, mais qui, dans le confessionnal, tremblait à l'idée d'assumer la responsabilité d'un conseil donné à ses pénitents.

Chez les artistes dramatiques, la neurasthénie se complique fréquemment de l'anxiété survenant au moment d'entrer en scène. Le trac des acteurs atteint dans certaines circonstances de telles proportions que des artistes de grande valeur ont dû abandonner le théâtre à cause des angoisses qu'ils éprouvaient régulièrement à la vue du public. Nous en avons observé plusieurs cas ; dans trois d'entre eux la suggestion hypnotique a amené la guérison. M. le Dr Frémineau nous a rapporté l'observation d'une artiste du Théâtre-Français, chez laquelle les accès d'anxiété neurasthéniques, survenant en scène, s'étaient manifestés seulement à la fin d'une carrière couronnée par de nombreux succès. Notre confrère, bien que peu familiarisé avec l'emploi de la suggestion hypnotique, tenta néanmoins, en désespoir de cause, l'application de ce procédé. Il eut la satisfaction d'obtenir un succès aussi rapide que complet.

Chaque année, à l'approche des examens du Conservatoire, il est rare qu'une ou plusieurs élèves ne viennent pas nous demander le secours de la suggestion contre des phobies survenues inopinément sous l'influence d'un travail excessif. Notre qualité de médecin de l'Association des étudiants nous a fourni l'occasion de constater combien la neurasthénie du surmenage fait de victimes à la fin de l'année scolaire. Beaucoup d'étudiants se plaignent d'être réduits à l'impuissance absolue de lire et d'appliquer leur attention au travail. Ils manifestent un véritable désespoir, une anxiété déjà très pénible à l'idée de comparaître devant les jurys d'examen. Chez les jeunes gens, quelle que soit leur intensité, ces phobies sont heureusement transitoires et cèdent facilement par le repos. Les phobies qui surviennent à un âge plus avancé, étant entretenues par des préoccupations et des responsabilités plus graves, revêtent un caractère professionnel nettement caractérisé et se montrent plus réfractaires au traitement. Lorsque les peurs morbides se manifestent à l'occasion d'une vive impression morale, telle que celle qui résulte d'un risque couru, elles revêtent parfois un caractère si obsédant qu'elles obligent celui qui en est atteint à abandonner sa profession. Tel le cas de ce pharmacien du département de l'Aisne qui fut un moment inquiété pour avoir livré une préparation dont l'emploi avait amené la mort de son client. Il bénéficia d'une ordonnance de non-lieu ayant prouvé qu'il s'était simplement conformé à l'ordonnance du médecin. Depuis lors son existence devint un véritable supplice ; il vivait dans la préoccupation constante de commettre une erreur. Il a vendu sa pharmacie et commencé ses études de médecine. N'est-ce pas, pour un prédisposé à la neurasthénie, tomber de Charybde en Scylla ?

Chez un élève en pharmacie que nous avons traité, la phobie se complique d'un bégaiement qui n'existe réellement que lorsqu'il est dans la pharmacie, en train de servir des clients. La phobie d'un notaire de province est encore plus caractéristique au point de vue professionnel. C'est un homme instruit, capable d'aborder dans une conversation les questions les plus variées et les plus délicates. Il n'éprouve aucun malaise tant qu'on n'aborde pas devant lui de question professionnelle. Mais dès qu'on lui demande un conseil relatif au notariat, il est pris d'une angoisse pénible, il pâlit, il est inquiet. Il est hanté par la crainte de se tromper dans les conseils qu'il va donner, à tel point qu'il ferme souvent sa porte et se dérobe aux affaires qui l'intéressent le plus. Sous l'influence d'un traitement hydrothérapique et suggestif, son état s'est progressivement amélioré, et il est rentré dans l'état normal.

Digitized by Google

Nous pourrions multiplier les exemples. Ils ont presque tous rapport à des malades exerçant des professions libérales.

Cependant les ouvriers manuels n'en sont pas indemnes. Riégler a signalé chez les mécaniciens de chemin de fer une phobie qu'il désigne du nom compliqué de dérodromophobie. Prédisposés aux troubles nerveux par les exigences de leur profession, ils peuvent, à un moment donné, présenter entre autres symptômes une extraordinaire aversion pour leurs occupations habituelles, à tel point que la vue ou le bruit d'un train suffit pour raviver leur anxiété.

Une des dernières observations que nous ayons recueillies concerne un ouvrier coiffeur, âgé de trente et un ans, dont les anxiétés neurasthéniques ont débuté en 1838. Il s'aperçut, en servant un de ses clients, que sa main tremblait. Pris de peur, il demanda à s'absenter quelques minutes, mais ne revint pas et ce fut un de ses collègues qui fut obligé de terminer l'opération. Depuis lors la phobie est toujours allée en s'accentuant. Ce qu'il craint, ce n'est pas de couper le client, mais que celui-ci s'aperçoive du tremblement. A cette appréhension s'en joint une autre, celle de perdre sa place à laquelle il tient beaucoup. Il est employé habile et, justement à cause de son habileté le patron de l'établissement où il travaille le choisit pour le raser tous les matins. Or, la crainte que le patron constate le tremblement s'accroît en raison directe du désir qu'il a de conserver la réputation d'ouvrier exercé. Étant recherché par les bons clients, ceux qui se montrent les plus généreux, c'est justement lorsqu'il se trouve appelé à raser une personne qu'il considère comme un bon client que son anxiété apparaît et détermine le tremblement tant redouté. La même anxiété n'existe pas, ou elle est négligeable quand il s'agit d'un client inconnu ou de qualité secondaire. Là apparaît nettement l'auto-suggestion. Il nous a été facile de remonter au point de départ de cette phobie professionnelle.

Sans être intempérant, le malade accepte volontiers quelques apéritifs; il en résulte un alcoolisme latent et atténué, mais suffisant pour lui rendre la main moins sûre. Ce léger tremblement l'a inquiété; il s'est demandé si sa réputation d'ouvrier habile n'en serait pas compromise et comme cette réputation n'a de raison d'être qu'à l'égard des clients exigeants, difficiles à satisfaire, qui se rencontrent le plus souvent dans les classes aisées, sa phobie, son anxiété n'apparaissent dans toute leur intensité que lorsqu'il se trouve en présence de clients de cette catégorie. Désireux de se guérir, il s'est soumis au traitement hypnotique. Dès la première séance, bien qu'il eût présenté une résistance due à une appréhension non raisonnée de l'hypnotisme, il fut profondément endormi. Les suggestions appropriées ont eu un résultat satisfaisant puisque mon confrère M. le Dr Rollin, qui me l'avait adressé, le considère comme guéri.

Personne ne sera surpris du caractère professionnel des phobies neurasthéniques. On connaît la tendance des divers spasmes fonctionnels à se localiser spécialement dans les muscles spécialement mis en exercice dans les diverses professions. Chaque jour, la création de nouveaux métiers donne naissance à de nouvelles localisations des impuissances musculaires. Ainsi, après la crampe des écrivains, on a vu survenir les crampes des pianistes, des violonistes, des harpistes, des flûtistes, des

Digitized by Google

télégraphistes, des peintres, des fleuristes, des cigarières, des typographes, etc.

Les névroses psychiques affectent une même tendance aux localisations professionnelles et c'est, à notre avis, un caractère qui permet de les séparer des vésanies véritables. Les symptômes de la neurasthénie, qu'ils soient somatiques ou subjectifs, qu'ils soient somatiques ou psychiques, ne sont, en somme, que le résultat d'une excessive fatigue du système nerveux. On ne saurait légitimement confondre les manifestations du surmenage avec les manifestations de la dégénérescence. Tel dégénéré subira les plus dures épreuves sans devenir jamais neurasthénique. Tel individu bien constitué le deviendra pour peu que les conditions de la lutte pour l'existence lui aient été particulièrement pénibles. Nous reconnaissons volontiers qu'il n'est pas toujours facile d'établir la distinction qui sépare les phobies neurasthéniques des troubles mentaux décrits par Magnan sous le nom de syndromes épisodiques de la folie héréditaire. Les neurasthéniques sont des instables, des irrésolus, des anxieux, ce ne sont pas des aliénés. Il n'est jamais venu à l'idée de personne de considérer comme tels des malades qui ne présentent pas de dépression mélancolique, d'hallucinations, d'impulsions irrésistibles, qui gardent l'intégrité de leurs facultés intellectuelles et dont la vie ne comprend aucune infraction aux lois morales ou sociales.

TRAITEMENT

L'indication thérapeutique fondamentale consiste à supprimer les causes de l'épuisement nerveux et à suspendre les occupations professionnelles. Malheureusement beaucoup de neurasthéniques se trouvent dans l'impossibilité matérielle de renoncer à leur profession et de se soumettre aux prescriptions d'une hygiène rationnelle. C'est dans ces cas que l'emploi de la psychothérapie est indiqué. Les règles de la méthode psychothérapique applicables aux neurasthéniques ont été très bien établies par Van Eeden, d'Amsterdam. Cet auteur a démontré que la suggestibilité des neurasthéniques, contrairement à ce qui se passe chez les hystériques, est beaucoup mieux impressionnée par la persuasion que par l'autorité. Le traitement suggestif nous a donné, dans le traitement de la neurasthénie psychique, des résultats remarquables. Il est juste de dire que la guérison de la neurasthénie ne saurait être obtenue sans la mise en œuvre d'une patience infinie et d'une énergie qu'aucune défaillance morale de ces malades ne saurait décourager.

Digitized by Google

M. le Dr MARAGLIANO

Directeur de l'Institut de clinique médicale à l'Université de Gênes.

LA PIGMENTATION DU SÉRUM DU SANG HUMAIN ET DES EXSUDATS

— Séance du 10 août 1894 —

Je vous dirai en peu de mots le résultat de mes recherches sur la pigmentation du sérum du sang humain et sur la pigmentation des exsudats.

Plusieurs savants se sont déjà occupés de la pigmentation du sérum, et surtout Hayem ; mais jusqu'aujourd'hui on est bien loin d'en connaître exactement la cause.

D'abord, j'ai été saisi par la différence considérable qu'on observe dans la pigmentation du sérum humain, suivant la méthode avec laquelle on le prépare.

Si on l'obtient avec la méthode de la coagulation lente, on a un liquide suffisamment pigmenté ; mais si, au contraire, on l'obtient avec la centrifugation soudaine, la pigmentation est très faible.

Avec le grand appareil à centrifugation de Runne, de Bâle, on peut avoir, quinze minutes après la saignée, de grandes quantités de sérum, qui, dans les sujets en bonne santé, est presque sans couleur.

Le sérum du même sujet, obtenu de la même saignée avec les deux méthodes, après quelque temps, se comporte différemment, soit qu'on le tienne exposé à la lumière et à la température ambiante, soit qu'on l'enferme dans une étuve à 40-45 degrés centigrades.

Le sérum préparé avec la coagulation devient peu à peu foncé, avec une tendance toujours plus accentués au vert, surtout quand on le place dans l'étuve ; au contraire, le sérum centrifugé ne change presque rien. Mais si on ajoute à ce sérum centrifugé quelques millimètres cubes de sang, pas plus d'un pour chaque centimètre cube de sérum, il présente les mêmes graduations dans la pigmentation, que l'autre, sans y trouver, au spectroscope, aucune trace d'hémoglobine.

Le sérum, suivant que sa pigmentation est plus ou moins prononcée,

Digitized by Google

donne, au spectroscope, un obscurcissement plus ou moins appréciable du violet, et même de l'indigo du spectre, quand la pigmentation tend vers le vert.

Dans le sérum auquel on a ajouté du sang, on voit peu à peu s'effacer et après disparaître les bandes d'absorption de l'hémoglobine, et dans le même temps, on voit paraître peu à peu les absorptions du violet et même de l'indigo, dont j'ai déjà parlé.

Dans les maladies accompagnées d'une large destruction des globules rouges : scorbut, typhus, pneumonie, scarlatine, érysipèle, etc., le sérum est toujours fort pigmenté et il devient même vert foncé, après vingt-quatre heures, surtout si on le garde à l'étuve.

Pour bien comprendre les faits que je vous ai rapportés sommairement, je dois rappeler mes recherches sur la propriété qu'a le sérum du sang humain de détruire, même en pleine santé, quelques-uns des globules rouges du même sang, propriété qui s'accentue beaucoup dans les états morbides.

C'est un fait bien différent de celui démontré jadis par Landois, et ensuite récemment en France par Daremberg, sur la propriété qu'a le sérum des animaux de détruire les globules rouges hétérogènes.

Mes recherches ont aussi démontré que le sérum de l'homme a même la propriété de transformer l'hémoglobine qui vient de globules détruits, pourvu qu'elle ne soit pas en grande quantité.

Les transformations progressives de la chromo-protéide de l'hémoglobine portent, c'est connu, jusqu'à la formation de l'hématoïdine et de la bilirubine, de même qu'on peut voir *in vitro* le sérum modifier progressivement sa pigmentation jusqu'au vert et qu'on peut même, dans un sérum peu pigmenté, produire la série des pigmentations, en y ajoutant des globules rouges ; on est autorisé à penser que la source de la pigmentation du sérum est très probablement l'hémoglobine, qui vient de globules qui s'y détruisent.

Les liquides des épanchements inflammatoires de la plèvre et du péritoine m'ont donné, au point de vue de la pigmentation, les mêmes résultats que le sérum.

Après tout cela, comme conclusion, je pense que la pigmentation du sérum normal et pathologique et des exsudations vient de l'hémoglobine des globules rouges détruits.

Digitized by Google

M. le Dr E. CENSIER

Médecin consultant attaché à l'Établissement thermal de Bagnoles-de-l'Orne.

BAGNOLES-DE-L'ORNE, LA STATION MINÉRO-THERMALE DE L'OUEST

— Séance du 10 août 1894 —

La région de l'Ouest de notre chère et belle France, celle dont la ville de Caen représente à bon droit le centre scientifique, et fut le berceau de plus d'un nom illustre de la grande famille médicale, a cette année l'honneur de vous recevoir. Il s'y joint pour elle un devoir, celui de vous montrer les richesses qu'elle possède, les curiosités qu'elle recèle, les bienfaits humanitaires dont elle est dispensatrice.

A ces différents titres réunis, nous nous croyons engagé à vous parler de Bagnoles-de-l'Orne; et ne vous semble-t-il pas, comme à nous, que, richesse naturelle du sol, curiosité géologique et thérapeutique bienfaisante de notre région, la station minéro-thermale de l'Ouest a bien le droit de réclamer, dans cette enceinte, quelques instants de l'attention des membres de l'Association pour l'avancement des sciences, et, plus particulièrement, de ceux qu'intéressent avant tout les questions de médecine et d'hygiène, car c'est à ces deux branches de notre science que se reporte toute étude d'eau minérale et thermale, de cure balnéaire et climatique.

Nous voyons réunis ici bien des noms arrivés à une juste célébrité, bien d'autres engagés déjà dans cette voie où les poussent leurs laborieux efforts; parmi eux, nous nous plaisons à reconnaître plus d'un maître, plus d'un ami dont la sympathie nous sera aujourd'hui le meilleur des encouragements.

D'ailleurs, nous nous efforcerons d'être bref, car telle doit être, selon nous, la première condition d'une communication de ce genre; et vous nous excuserez, sans doute, si nous restreignons notre sujet dans des bornes assez étroites.

Donc, si vous le voulez bien, pas de chiffres minutieux d'analyse; pas d'aride discussion de réaction chimique, ni d'effets thérapeutiques; pas même d'exposé clinique étendu. Tout cela, nous l'avons traité dans deux mémoires que nous venons de déposer sur le bureau de l'Académie de Médecine (1).

(1) Ces deux mémoires ont été l'objet d'une récompense, médaille de bronze, décernée en séance publique du 11 décembre 1894.

Digitized by Google

Nous voulons seulement aujourd'hui vous donner un court historique de ce qu'a été Bagnoles-de-l'Orne depuis son origine et la rapide énumération des écrits qu'il a inspirés. A cela nous ne ferons qu'ajouter l'étiquette de nos eaux, et le très succinct exposé de notre thérapeutipue; nous ne nous reconnaissons pas l'autorité suffisante pour nous imposer plus lourdement à cette assemblée, dont les courts moments sont réclamés par de si sérieuses études.

. . . . . .

. . . . . .

(La partie la plus importante de cette communication comprenait. comme on le voit, des recherches historiques et bibliographiques que les usages établis ne nous permettent pas de reproduire ici et dont l'auteur fait la préface d'un ouvrage en voie de publication. (1) Nous devons donc nous borner à dire que le Dr Censier, après avoir tracé d'après les documents les plus anciens, l'histoire complète de la station thermale, donne une bibliographie très exacte des travaux qu'elle a inspirés, relevant chemin faisant quelques erreurs accréditées dans d'autres ouvrages. et donnant plusieurs citations très curieuses d'ouvrages anciens et très rares retrouvés par l'érudit bibliophile qui se nomme le comte Gérard de Contades.)

. . . . . .

. . . . . .

Maintenant, nous devons nous hâter de terminer; mais nous ne pouvons cependant le faire sans donner un exposé très sommaire de notre thérapeutique, et, auparavant encore, la dénomination de nos eaux, ce que nous avons appelé leur *étiquette*.

Ceci n'est pas la partie la plus facile de notre tâche, et nous avons dit ailleurs dans quelles incertitudes avait été de tous temps, et était encore restée aujourd'hui, la classification méthodique de certaines eaux minérales, incertitudes qui ont fait placer tour à tour la source thermale de Bagnoles-de-l'Orne dans les eaux *salines*, par Patissier et Isidore Bourdon; dans les *sulfatées calcaires* par le *Dictionnaire des Eaux minérales ;* dans les *carboniques faibles* par Rotureau; dans les *chlorurées-sodiques*, *sulfurées*, *arsenicales*, par Ossian Henry.

Nous en demandons bien pardon à ceux que cette dénomination paraît encore satisfaire, mais il nous paraît avoir mieux à s'arrêter que sur des *traces* non dosées *d'arséniate de soude*, et ceci nous rappelle un peu trop le fameux procès où l'avocat offrait au président de démontrer la présence de l'arsenic dans les bâtons du fauteuil sur lequel il était assis. Qu'au point de vue exclusif de l'emploi d'une eau minérale en boisson on puisse se croire autorisé à rechercher, non la prédominance des éléments miné-

(1) Études sur Bagnoles-de-l'Orne.

Digitized by Google

ralisateurs, mais leur énergie individuelle, lorsque l'absorption les a introduits dans le sang, nous voulons bien l'admettre jusqu'à un certain point; mais à Bagnoles-de-l'Orne, l'eau prise en boisson n'a qu'une action secondaire, et c'est par les bains et douches que nous obtenons nos principaux effets thérapeutiques; la question de l'absorption est écartée.

En boisson même, nous reconnaissons à la source thermale, comme premier avantage, d'être *diurétique*, et ici encore le passage de certains éléments minéralisateurs dans le sang n'a qu'une importance relative.

Aussi nous semble-t-il répondre mieux à la tendance des idées actuelles, et à ce que nous pouvons comprendre de l'action de ces eaux, de ne pas rejeter les conclusions de la dernière analyse faite par J.-B. Dumas lorsqu'il vint, en 1878, passer une saison à Bagnoles-de-l'Orne et à placer en tête de notre étiquette le nom de l'agent minéralisateur prépondérant, la *silice*, qui, sous forme de silicates, entre pour une forte part dans la composition de cette *glairine*, qui doit agir comme topique dans les dermatoses, et, sans doute, comme agent d'impressionnabilité spéciale des terminaisons nerveuses du tégument externe pour l'obtention des phénomènes réflexes modificateurs, et qui contient, en outre, une quantité notable de particules de *soufre*.

Nous ne ferons pas, pour cela, abstraction du *chlorure de sodium* qui, pour Ossian Henry, était l'agent dominant de la minéralisation, et doit avoir aussi une action spéciale; nous maintiendrons donc la dénomination qui nous a paru la plus vraie et la plus complète en vue de répondre aux divers résultats observés en disant :

Eau thermale (27°) silicatée, sulfurée, chlorurée sodique.

Nous n'oublierons pas d'ailleurs qu'il y a, dans l'action spéciale d'une eau minérale, à admettre l'influence de la pondérabilité de tous les éléments qui y sont contenus; mais nous entrons là dans un domaine où les théories scientifiques doivent s'incliner devant le côté mystérieux des fonctions organiques et des échanges nutritifs.

En conservant en tête ce titre d'eaux *silicatées*, il est juste de rappeler la communication faite à la Société d'Hydrologie médicale de Paris (5 décembre 1892), dans laquelle son honorable et distingué président, M. le Dr Labat, est venu, au nom de la chimie, démontrer l'instabilité des *silicates*, et le peu de valeur à accorder à la classe d'*eaux alcalines mixtes silicatées* admise par Pétrequin; mais il s'adressait surtout alors aux eaux *gazeuses bicarbonatées* ou *sulfhydratées*; et ce qui peut être vrai au point de vue des réactions purement chimiques perd de son importance lorsque l'on considère avant tout l'effet thérapeutique, comme nous voulons nous borner à le faire. Nous insistons donc sur la présence dans les eaux de Bagnoles de la *glairine* à base de *silicates* et de *soufre*.

Au point de vue thérapeutique encore, il y a une autre question à

Digitized by Google

envisager, une autre appellation à donner aux eaux minérales; nous le ferons en disant qu'elles sont *sédatives* et *reconstituantes*, *remontantes* comme il est dit souvent, et qu'elles agissent spécialement sur la circulation par *déplétion* du système veineux, et probablement *action spéciale* sur le tissu veineux lui-même dans la cure des phlébites; qu'elles sont *topiques* par leur *glairine*, spécialement dans le traitement des dermatoses; enfin, qu'aux qualités précédentes, elles ajoutent celle d'être *diurétiques* lorsqu'elles sont prises en boisson.

Sédatives, elles le sont certainement, et ce n'est pas sans surprise que nous avons lu récemment qu'elles devraient être contre-indiquées dans les manifestations particulièrement douloureuses de l'arthritisme, chez les personnes dont le système nerveux est particulièrement irritable.

L'irritabilité nerveuse, mais nous la retrouvons à chaque pas dans la clientèle de Bagnoles, dans les dermatoses, dans les métrites, dans le rhumatisme aigu, dans le rhumatisme chronique, dans la phlébite elle-même dont les phénomènes d'irritation nerveuse concomitants et tardifs commencent à être bien connus, et ont été tout dernièrement étudiés avec soin par notre excellent confrère et ami le Dr Vaquez dans les *cliniques* du professeur Potain.

A Bagnoles, nous nous adressons spécialement à l'arthritisme sous diverses de ses manifestations, et l'on sait le lien intime qui l'unit au nervosisme, Charcot, Bouchard, Lancereaux en ont fait la preuve.

A Bagnoles-de-l'Orne nous traitons encore avec fruit les névroses irritables pour elles-mêmes et sans autre lésion évidente, par le seul fait de la sédation nerveuse et de la reconstitution organique obtenues par l'effet des bains et des conditions climatériques.

Peut-être cette erreur provient-elle de l'apparence trompeuse d'une phrase lue dans une brochure antérieure et dont nous avons déjà montré l'interprétation véritable. Quoi qu'il en soit de semblable confusion, il suffit de l'indiquer pour la faire disparaître, et l'expérience thérapeutique ne lui permet pas d'ailleurs de subsister.

Les seules contre-indications réelles qui doivent être établies, ou exigent tout au moins une grande prudence et une active surveillance de la part des médecins de la station, résident dans l'état du poumon et du cœur, et dans la tendance aux congestions, bien que, pour ce dernier cas, encore, on puisse, avec une véritable entente du traitement balnéaire, faire profiter certains malades de cures qui, au premier abord, pourraient leur paraître interdites.

Mais nous en avons dit assez pour la tâche que nous nous étions tracée aujourd'hui, et nous n'avons que trop abusé déjà des précieux moments de cette assemblée.

Digitized by Google

M. le Dr VIGOT

Professeur suppléant à l'École de Médecine de Caen.

DIVERTICULUM DE L'ŒSOPHAGE

— Séance du 10 août 1894 —

Les diverticulums de l'œsophage peuvent être divisés en deux catégories : les diverticulums congénitaux et les diverticulums acquis. Les premiers, d'origine embryonnaire, se trouvent donc dès la naissance et ont, dans la suite, une évolution variable. Ils sont du ressort de l'anatomie.

Les seconds, acquis, se développent à différents âges et sous l'influence de causes diverses; cependant, d'une façon générale, la dilatation diverticulaire se produit en amont d'un obstacle dans le canal œsophagien; cette seconde catégorie est du ressort de la clinique.

Le fait que je vous présente rentre dans la première catégorie et est, je pense, d'origine embryonnaire.

Sur le cadavre du supplicié (vingt-deux ans) qui a servi aux expériences de M. Fayel, communiquées à l'Académie de Médecine, j'ai trouvé, en disséquant le médiastin, un diverticulum de l'œsophage.

Ce diverticulum siège à la partie antérieure de l'œsophage, à peu près vers le milieu de sa longueur. L'œsophage, au niveau du diverticule, mesuré au compas d'épaisseur, donne 18 millimètres. Le diverticule a une forme conique à base implantée sur le canal alimentaire. Le sommet se perd sur la partie inférieure de la trachée, à l'endroit où elle se bifurque. Ce sommet vient s'insinuer entre les deux bronches. Le diamètre de la base du diverticulum mesure 14 millimètres et son sommet 4 millimètres. Sa longueur est de 18 millimètres. Le diverticulum siège à 9 centimètres de la base du sternum, à 23 millimètres derrière la partie la plus basse de la veine cave supérieure et correspond à peu près au niveau de l'embouchure de la veine dans l'oreillette. Il correspond également à la sixième vertèbre dorsale et au hile du poumon.

En regardant à droite, après l'ablation du poumon, les organes du médiastin, on voit, passant en écharpe sur le flanc droit de l'œsophage, au-dessus du diverticule, la concavité de a veine grande azygos qui va se jeter dans la partie inférieure de la veine cave supérieure.

Digitized by Google

L'artère bronchique droite qui vient de contourner la face postérieure de l'œsophage passe sur les côtés de l'œsophage, entre lui et la veine azygos, embrassant également dans sa concavité le diverticulum œsophagien et va, en compagnie de la bronche droite et des filets du pneumogastrique droit, s'engager dans le hile pulmonaire.

Si on attire en avant le moignon du hile pulmonaire sectionné, on voit immédiatement le diverticulum de l'œsophage, dont la base se continue avec la face antérieure du canal alimentaire ; le sommet se perd entre les branches du V formées par les deux bronches. Le diverticulum est encadré par les concavités de l'azygos et de l'artère bronchique droite. en bas il est limité par le hile pulmonaire attiré en avant et en bas.

Mais si on regarde le médiastin à gauche, on ne voit que difficilement le diverticule, à cause de l'aorte.

Le diverticulum est plus rapproché de la bronche droite ; d'ailleurs, la situation normale de l'œsophage à ce niveau est d'être déjeté à droite. Le diverticule est creux ; ce n'est pas un cordon plein. A la section, on voit que sa lumière représente la forme conique extérieure et meurt en pointe à son extrémité antérieure. Il a une direction horizontale d'arrière en avant. Le sommet adhère par du tissu cellulaire assez dense à la bifurcation de la trachée. Dans les parties avoisinantes, point de ganglions.

Les auteurs allemands divisent les diverticulums de l'œsophage en diverticulums *de traction* et en diverticulums par *dilatation* ou *propulsion*, suivant que la cause agit du dehors ou du dedans (Zenker).

Les diverticulums par *dilatation*, du ressort de la clinique, siègent habituellement sur la paroi postérieure œsophagienne, et sont en rapport avec la colonne vertébrale. Sur le pharynx, on retrouve ces diverticules, et ils siègent soit à la face postérieure, soit sur les faces latérales. Dans le premier cas, ils sont acquis, mécaniques ; dans le second cas, ils sont d'origine embryonnaire, d'origine branchiale. Les diverticules par dilatation sont le résultat d'un traumatisme, pour Von Ziemssen, Zenker ; tandis que pour Bergmann, ils sont d'origine congénitale.

Les diverticules par *traction* consistent en de petites dépressions de la paroi œsophagienne, toujours de sa paroi antérieure, contrairement aux précédents. Ils siègent surtout au niveau de la bifurcation de la trachée ; ils reconnaissent pour cause une *traction cicatricielle*, exercée sur un point de l'œsophage, habituellement par un ganglion enflammé.

Le fait que je viens de présenter rentre dans la *description anatomique* des diverticulums par traction, mais il me paraît difficilement rentrer dans la description *étiologique*. Je pense qu'il est d'origine embryonnaire.

D'abord, il n'y avait aucune cause de traction sur la paroi antérieure œsophagienne, point de ganglions, point de traces d'inflammations anté-

Digitized by Google

rieures. Le sommet diverticulaire adhérait à la trachée, mais cette dernière et les tissus ambiants étaient sains.

La structure macroscopique du diverticule était celle de la paroi œsophagienne, avec des tuniques muqueuse, celluleuse et musculaire.

Pourquoi ces dilatations siègent-elles toujours en avant? Il y a en avant de l'œsophage de multiples tissus sur lesquels peut porter le processus inflammatoire, cause *unique* de cette dilatation, au dire de certains auteurs allemands. Mais pourquoi les tissus siégeant sur les parois latérales et postérieure, alors qu'ils ont subi pareil processus, n'entraîneraient-ils pas pareille dilatation de ces parois? Le siège à la face antérieure et au voisinage de la bifurcation trachéale concorde bien mieux avec les notions d'embryologie que je vais rappeler succinctement.

On sait que l'appareil trachéo-pulmonaire vient de l'intestin antérieur. L'intestin antérieur présente, à l'extérieur, un sillon vertical droit et gauche, qui le sépare en deux culs-de-sac, en deux canaux placés l'un en avant de l'autre. Le processus de division s'accentue de plus en plus, l'œsophage restant postérieur. La trachée, les bronches et les deux petites poches qui leur sont appendues (futurs poumons) se séparent progressivement de la face antérieure de l'œsophage; la soudure se fait entre les bords de la gouttière, soudure formant l'œsophage et la trachée.

Il est assez simple de comprendre et on peut admettre qu'au niveau de la partie inférieure de la trachée, il reste un pertuis sur l'œsophage, une excavation ne se fermant qu'imparfaitement et restant unie au tube respiratoire, excavation qui formera un diverticulum.

Je ferai remarquer que sur le sujet il existait une légère anomalie embryologique du niveau de l'embouchure de la grande veine azygos qui s'ouvre dans la partie la plus inférieure de la veine cave supérieure, presque dans l'oreillette droite.

Tarnier a présenté un fait remarquable d'un œsophage communiquant avec la trachée, par une fissure longue de deux centimètres et demi. L'embryologie rend bien compte de cette anomalie.

Kœnig admet également l'origine embryonnaire de certains diverticulums de l'œsophage, et il accuse les anomalies survenues chez l'embryon, alors que le tissu embryonnaire qui formera le canal alimentaire et le tube respiratoire ne s'est pas encore différencié. Il suppose que, par suite d'une séparation incomplète entre ces canaux, les adhérences persistant entre eux pourraient bien, à mesure que l'œsophage s'accroît, donner lieu à des dilatations en forme de diverticules.

Digitized by Google

M. le Dr CHAMBELLAN

à Paris.

DEUX OBSERVATIONS DE SYPHILIS HÉRÉDITAIRE DE L'OREILLE SE MANIFESTANT SOUS FORME D'OTITE MOYENNE SCLÉREUSE

— Séance du 10 août 1894 —

Le but de cette communication est d'appeler l'attention sur une manifestation d'hérédc-syphilis dans l'oreille moyenne affectant la forme d'otite scléreuse.

Depuis longtemps déjà, on n'ignore pas que la syphilis acquise a le pouvoir d'atteindre l'organe de l'ouïe, et cela de plusieurs manières, dans la description desquelles je n'ai pas à entrer ici. Bien plus tard, seulement, on constata que la syphilis héréditaire pouvait, elle aussi, manifester sa présence par des troubles de l'organe de l'audition.

Comme vous le savez, c'est à Hutchinson que revient l'honneur d'avoir démontré, le premier, d'une façon indéniable, que la syphilis héréditaire se manifeste quelquefois dans l'oreille interne. Lorsque cet accident arrive, il affecte la forme d'une affection spécifique du labyrinthe. En général, les deux oreilles sont prises à la fois et les troubles fonctionnels, qui en sont la conséquence, se caractérisent surtout par une diminution de l'ouïe, diminution qui progresse le plus souvent très rapidement, malgré le traitement spécifique, et qui aboutit très fréquemment à la surdité complète.

On sait aussi, depuis Hutchinson, que la syphilis héréditaire peut se localiser dans l'oreille moyenne et se manifester par une suppuration de la caisse du tympan.

Je ne sais pourquoi ces dernières recherches étaient passées un peu inaperçues ; mais, au dernier Congrès international tenu à Rome, un médecin italien a publié des observations de cette nature qui ont appelé de nouveau l'attention sur ces faits.

Tel est l'état actuel de nos connaissances sur la syphilis héréditaire de l'oreille.

Comme on le voit, il n'est pas parlé de l'otite moyenne scléreuse encore appelée otite sèche. J'ai eu, depuis un an, l'occasion d'en observer

Digitized by Google

deux cas que je vous demande la permission de rapporter. Je crois être le premier à publier des observations de ce genre.

Obs. I. — Dans la première observation, que je résume ici, car elle a été publiée tout au long, il y a quelques mois, dans le *Journal de Clinique et de Thérapeutique infantiles*, il s'agit d'une grande enfant de douze ans et demi, Jeanne F..., amenée au Dispensaire par la mère, qui se plaint que sa fille devient de plus en plus sourde.

Le début de la maladie remonte à cinq ans et demi environ. L'enfant se soigne depuis déjà quatre ans et demi, a passé de longs mois et même des années dans plusieurs cliniques différentes, où on la soigne tantôt par le procédé de Politzer pour faire entrer de l'air dans la trompe d'Eustache ; tantôt par le cathétérisme même de la trompe.

De l'uniformité dans le traitement suivi, il ressort clairement que le même diagnostic avait été fait et que ce diagnostic était : otite moyenne scléreuse.

Quand je vis cette enfant pour la première fois, le 23 mars 1893, elle était en traitement depuis quatre ans et demi. Elle entendait de moins en moins, faisait constamment répéter les mots, ne pouvait plus profiter de la classe et il lui était impossible de suivre aucune conversation.

L'enfant se plaint d'entendre quelquefois des sifflements dans les deux oreilles, ainsi que d'avoir des bourdonnements.

L'oreille gauche n'entend le tic-tac de la montre que lorsqu'on l'applique sur le pavillon.

L'oreille droite perçoit le tic-tac à 4 centimètres du pavillon.

A l'examen otoscopique, je constate que les deux tympans sont manifestement très scléreux. Aucune trace de suppuration.

Enfin, point très important à noter, c'est l'intégrité absolue de l'oreille interne. Ainsi, quand on applique le diapason sur les os du crâne, les vibrations sont bien perçues par l'enfant, à droite comme à gauche.

Les fosses nasales et le pharynx sont en bon état.

Pensant me trouver en face d'un cas d'otite moyenne scléreuse d'origine scrofuleuse et sachant par expérience que les insufflations d'air ne réussissent guère dans ces cas, ainsi qu'il ressort des observations que j'ai publiées sur ce sujet, l'an passé, dans un mémoire intitulé : *Traitement de l'otite moyenne scléreuse chez quelques enfants par la solution iodo-iodurée prise à l'intérieur*, je prescrivis à ma jeune malade de prendre de la solution iodurée.

Je ne revis la malade que neuf mois après, le 8 décembre 1893, et ne constatai pas d'amélioration. Bien au contraire, la surdité avait certainement augmenté, les autres troubles fonctionnels aussi. L'état des tympans paraît le même. Découragé par l'insuccès de mon traitement, je tournai et retournai l'interrogatoire en tous sens, cherchant du côté de ses ascendants, de son père. C'est ainsi que je finis par apprendre que le père de la jeune malade était mort à l'âge de vingt-huit ans, d'une maladie cérébrale de cause indéterminée, avec des phénomènes d'affaiblissement cérébral très considérable, accompagnés de gâtismé, et que cet état avait duré six mois. Je pensai que cet homme avait peut-être succombé aux suites de la syphilis cérébrale et de là à croire que sa fille ressentait les atteintes de la syphilis héréditaire, il n'y avait qu'un pas. Je le franchis vite, quoique l'enfant n'eût pas de kératite interstitielle ni de malformations dentaires (signes de Hutchinson) et je lui prescrivis le traitement antisyphilitique. Il est bon d'ajouter que j'avais recherché aupa-

Digitized by Google

ravant, mais sans succès, si la jeune malade ne présentait pas de porte d'entrée de la syphilis et n'était pas en puissance de syphilis acquise.

Je revis la malade trois semaines après, c'est-à-dire le 21 décembre 1893. J'ai la satisfaction d'apprendre que, depuis huit jours, l'enfant commence à entendre un peu mieux.

Je continue à faire prendre le traitement antisyphilitique et l'amélioration de l'ouïe augmente jusqu'au premier février 1894. A ce moment, l'enfant, sans entendre d'une façon normale, entend cependant d'une façon très satisfaisante. Elle peut aller à l'école et profiter de l'enseignement. Sa mère, ses amies ne sont plus obligées de lui répéter les mots; elle peut prendre part à une conversation; les sifflements et bourdonnements ne reviennent qu'à de très rares intervalles.

L'oreille droite entend le tic-tac de la même montre à 6 centimètres du pavillon.

L'oreille gauche entend le tic-tac de la même montre à 5 centimètres du pavillon.

Il fallait au début de mon traitement appliquer la montre sur le pavillon pour que le tic-tac fût perçu. Les tympans n'ont plus le même aspect scléreux. ils sont un peu plus transparents.

Obs. II. — Cette observation est inédite; comme elle serait fort longue, je la résume en ses points essentiels. Elle concerne un étudiant en médecine âgé de vingt ans. Ce jeune homme vient me consulter le 10 avril 1894. Il se plaint de ne pas bien entendre surtout de l'oreille droite, qui est presque perdue, dit-il, et il craint que l'oreille gauche, qui est meilleure, mais pas très bonne, ne se perde à son tour. Il devient sourd depuis cinq ou six ans.

Il a déjà suivi un traitement qui a consisté à faire du cathétérisme des trompes d'Eustache, mais il n'en a pas obtenu d'amélioration.

Il éprouve de temps en temps des bourdonnements, des sifflements dans les oreilles, fait quelquefois répéter les mots aux personnes avec qui il parle.

L'oreille droite entend le tic-tac de la montre à 1 centimètre du pavillon.

L'oreille gauche entend le tic-tac de la montre à 40 centimètres du pavillon.

A l'examen otoscopique je constate une sclérose des deux tympans, pas de traces de suppuration ancienne des oreilles. Je lui applique le diapason sur les os du crâne et je constate qu'il entend aussi bien les vibrations à droite qu'à gauche. Ce point est très important, car il permet d'affirmer que l'oreille interne est intacte; mais à l'examen rhinoscopique je constate une perforation du cartilage de la cloison vers sa partie médiane. Cette perforation est ancienne et l'ulcération est guérie. Du reste, le nez est un peu déformé au niveau de sa portion cartilagineuse, il paraît un peu affaissé à ce niveau. Au niveau de la charpente osseuse du nez, aucune altération appréciable.

En considérant ce jeune homme, je fus frappé de la configuration de son crâne; il avait les bosses frontales très accusées, le crâne volumineux à sa partie postérieure, et à la palpation je me rendis compte qu'il présentait d'une façon très nette la déformation dite natiforme.

Pas d'autres altérations, ni dentaires, ni oculaires, ni des os des membres, ni du thorax, ni cutanées.

Pour moi, qui avais déjà vu un cas d'otite moyenne scléreuse d'origine héréditaire-syphilitique, le diagnostic me paraissait évident; en effet, la perforation du septum nasal ne se rencontre guère que dans les cas de syphilis acquise ou héréditaire.

Digitized by Google

Or, ici cette perforation s'était faite vers l'âge de douze ans, à un âge où d'habitude on n'a pas encore attrapé la syphilis, puis la déformation de la tête avec ses bosses frontales bien nettes et sa configuration natiforme sont données comme signes de syphilis héréditaire. Il m'a été impossible de bien élucider du côté de ses parents. La mère vit encore, le père serait mort à trente-cinq ans de tuberculose pulmonaire. Du reste, le jeune homme nie formellement toute syphilis acquise.

Enfin, le malade me dit que, l'année suivante, c'est à-dire vers l'âge de treize ans, il a eu par trois fois une ulcération à la portion osseuse de la voûte du palais ; qu'il est sorti une fois, une parcelle d'os et que chaque fois cette ulcération s'est cicatrisée après que le malade eut pris du sirop de Gibert. Effectivement, en faisant ouvrir la bouche du malade, on voit sur la portion dure du palais une légère cicatrice blanchâtre.

Je dois ajouter qu'au moment de la constatation de la perforation du cartilage de la cloison nasale, on avait fait prendre au malade du sirop de Gibert.

Ainsi donc, l'état actuel peut se résumer ainsi :

Perforation ancienne du septum cartilagineux de la cloison nasale. Cette perforation est guérie.

Ulcérations guéries du voile du palais.

Otite moyenne scléreuse de l'oreille droite et de l'oreille gauche. Le jeune étudiant ajoute que, depuis deux ans environ, l'oreille gauche, c'est-à-dire sa meilleure oreille, baisse sensiblement.

Pensant avoir affaire à un cas de syphilis héréditaire, je mis le jeune homme au traitement spécifique sans lui faire de traitement local. Au bout de quinze jours, le jeune étudiant commença à entendre mieux.

Au bout de un mois, c'est-à-dire le 10 mai 1894, ses fonctions auditives étaient encore augmentées.

Je le laissai reposer huit jours et repris le traitement encore pendant un mois. Au bout de ce temps, c'est-à-dire le 18 juin 1894, il entendait d'une façon tout à fait satisfaisante.

L'oreille droite entend maintenant le tic-tac de la montre à 15 centimètres du pavillon.

L'oreille gauche entend maintenant le tic-tac de la montre à un mètre du pavillon.

A l'examen otoscopique, je constate que les tympans sont plus transparents.

CONCLUSIONS

Ces deux observations prouvent, je crois, d'une façon indéniable qu'il existe des otites moyennes scléreuses d'origine hérédo-syphilitiques ; que ces formes d'otite n'ont pas de tendance spontanée vers la guérison ; que ces otites moyennes scléreuses sont curables par le traitement spécifique.

Digitized by Google

M. le Dr L. GALLIARD

Médecin des Hôpitaux de Paris.

UNE ÉPIDÉMIE CHOLÉRIQUE A SIVAS (ASIE MINEURE), EN 1894

— Séance du 11 août 1894 —

L'histoire des épidémies est singulièrement difficile à écrire. Bien rarement nous obtenons des renseignements précis et des statistiques fidèles. Pour ce qui concerne le choléra, c'est précisément chez les peuples qui sont le plus intéressés à la disparition du fléau qu'on trouve le moins de documents substantiels. En Orient, dans le pays du soleil, l'épidémiologie marche à tâtons.

Depuis l'année dernière, la Turquie semble disposée à s'unir aux nations européennes dans la lutte contre le choléra. Constantinople vient d'être dotée d'un laboratoire et d'un enseignement bactériologique. Les Turcs veulent faire de l'hygiène et de la prophylaxie. L'heure est donc bien choisie pour stimuler leur zèle en leur démontrant la nécessité absolue d'un service officiel de renseignements, non pas limité à quelques grandes cités, mais étendu à la totalité du pays. Il y aura ensuite d'autres progrès à réaliser ; l'œuvre est gigantesque.

Parmi les communications qui m'ont été adressées après la publication de mon livre (*Le Choléra*, Paris, 1893), une des plus intéressantes est due au docteur M. A. Jewett, consul des États-Unis d'Amérique à Sivas (Turquie d'Asie). Je serai l'interprète de ce médecin distingué en parlant ici, d'après la relation transmise au mois de juillet dernier, de l'épidémie cholérique qui a désolé Sivas du 15 avril au 1er juin 1894.

Sivas, chef-lieu du vilayet de ce nom, est une des plus importantes cités de l'Anatolie. Elle est peuplée de 35.000 habitants et doit sa prospérité à la convergence des principales routes de caravanes entre la mer Noire, l'Euphrate et la Méditerranée. Un cinquième de sa population se compose d'Arméniens qui y possèdent de nombreuses écoles, et qui ont dans le voisinage une église vénérée et un riche monastère.

Située à une altitude de 1250 mètres et dominée à l'ouest par une causse haute de 300 mètres, elle occupe la rive droite du haut Kizil-Irmak (fleuve rouge des Turcs), qui coule lentement vers la mer Noire. Ce fleuve traverse, dans la plaine de Sivas, des bancs de sel gemme ; il est parfois complètement desséché en été, et même dans son cours moyen et

Digitized by Google

au voisinage du Delta il est guéable en maints endroits (Elisée Reclus, 1884).

Ce n'est pas au Kizil-Irmak que les habitants de Sivas puisent leur eau. La ville est traversée par une petite rivière tributaire de ce fleuve, qui alimente les fontaines et fournit à chaque rue un petit ruisseau. Les ruisseaux ainsi formés ont des attributions très complexes. Ils livrent l'eau de boisson, ils servent de baignoires aux habitants, ils sont utilisés pour le lavage des linges, des tapis, des ustensiles de cuisine, etc., enfin ils constituent les égouts de la ville!

La chose mérite d'être relevée. Un quart de la population (c'est-à-dire près de 10.000 personnes) n'a pour lieu d'aisances que la voie publique. D'autre part, les fosses qui existent dans les maisons communiquent librement avec des égouts ouverts qui se déversent eux-mêmes dans les ruisseaux. On trouve donc là, dans toute sa simplicité, le système du *tout à l'égout*, et l'égout c'est ce qu'on boit à Sivas.

Lorsqu'on songe qu'avant d'arriver à Sivas la petite rivière a recueilli déjà les immondices d'un village (Tavra), situé à 3 kilomètres en amont, lorsqu'on pense à la fréquence des longues périodes de sécheresse en Asie Mineure, on se demande comment un pareil mépris des lois de l'hygiène n'a pas causé déjà d'irrémédiables catastrophes. Et pourtant, depuis un demi-siècle, le choléra, si souvent signalé en Asie Mineure, avait respecté Sivas. On sait qu'il recherche les régions basses et se détourne des hauts plateaux : de là probablement cette sauvegarde inespérée.

C'est le 15 avril 1894 qu'a débuté l'épidémie de Sivas. Est-il possible d'en déterminer l'origine? Le Dr Jewett admet que le choléra a été importé par les caravanes venant de Constantinople. En effet, à partir du 24 août 1893, l'épidémie cholérique avait été officiellement constatée à Constantinople. Peut-être cependant trouverait-on moins loin de Sivas le foyer originel. D'ailleurs dans cette ville on voyait surgir depuis le mois de février 1894 des cas dits *sporadiques*, isolés et disséminés.

Une autre question se pose. Le fléau n'aurait-il pas frappé tout d'abord le village de Tavra dont je parlais tout à l'heure et qui déverse sur Sivas ses eaux polluées? Une vingtaine de femmes de ce village vinrent, le 12 avril, se plonger dans un bain turc de Sivas et dès le lendemain, dix d'entre elles étaient atteintes du choléra. La durée de l'incubation cholérique étant, en général, de quelques jours, il faut admettre que les baigneuses portaient déjà en soi-même le germe morbide au moment de leur arrivée à Sivas.

Peut-on les accuser d'avoir importé la maladie à Sivas? Dès le 15 avril le choléra éclatait simultanément dans tous les quartiers de la ville. Importé par ces femmes il aurait progressé d'une autre manière.

Il faut donc admettre que ville et village ont été contaminés presque en même temps. Le choléra était régional plutôt que local.

Digitized by Google

Pendant la première semaine, 500 cas environ à Sivas ; tous les quartiers de la ville fournissaient leur contingent, aucun n'était indemne. Nombreux étaient les cas foudroyants. On voyait mourir en quelques heures des sujets robustes. Crampes, cyanose, anurie, algidité, déjections riziformes, tous les symptômes classiques étaient observés. L'examen bactériologique et l'ouverture des corps n'étaient pas nécessaires pour préciser le diagnostic.

Jusqu'au 1er juin, date de la disparition du fléau, 5.000 cas environ. Ce chiffre est approximatif. car, dans une population craintive et méfiante, les gouvernants ne peuvent se flatter d'obtenir de complètes déclarations. Sur ces 5.000 cas, 1.500 décès.

Le taux de la *morbidité* a été fort élevé.

La population étant de 35.000 individus, le choléra a frappé un habitant sur 7, autrement dit 14,3 sur 100. Il en a tué un sur 24, autrement dit 4,30 sur 100 : taux de *léthalité absolue* très élevé.

Si l'on compare le nombre des décès à celui des cas observés, on voit que la mortalité ne s'est élevée qu'à 33,3 0/0. Les cas légers se sont donc présentés en grand nombre. Le chiffre de la *mortalité relative* a été plus faible que celui de nos épidémies occidentales. A Hambourg, par exemple. en 1892, on a compté 44 décès sur 100 cas observés. Tout récemment (août 1894), les statistiques de Saint-Pétersbourg indiquaient une mortalité de 50 0/0.

J'ai parlé de l'eau qu'on boit à Sivas. Les habitations de cette ville sont basses, en grande partie construites avec de la boue ; pendant l'épidémie, la boue ramassée dans les ruisseaux qui recevaient les déjections des cholériques était utilisée, comme d'habitude, pour l'édification des maisons. Les chambres sont petites, mal aérées, mal éclairées. Dans ces demeures s'entassent pêle-mêle les habitants sains ou malades. Le Dr Jewett a vu des individus bien portants partager le lit des cholériques. A côté du mari malade reposait la femme saine, souvent même avec un enfant, et ceux-ci étaient épargnés par le choléra. Comment convertir, après de telles constatations, ceux qui nient encore la contagiosité du choléra ?

Fallait-il compter sur l'efficacité des mesures prises par les autorités de Sivas ? En dépit d'avertissements multipliés, et pour éviter les visites sanitaires, les habitants s'efforçaient de dissimuler leurs maladies. Ils ne cessaient de déverser les déjections sur le plancher ou sur le sol humide de leurs demeures. Lorsqu'ils possédaient des cuvettes pour recueillir les matières vomies on les voyait ensuite se servir des mêmes ustensiles pour procéder à leurs ablutions. Les linges souillés disséminaient partout les germes cholériques. Presque jamais on ne faisait bouillir l'eau de boisson : pas de combustible dans ces taudis misérables et surtout pas de respect pour les prescriptions officielles, insouciance, incurie, mépris de la mort.

Digitized by Google

Malgré tout, la police a réussi à isoler un certain nombre de malades et à désinfecter la plupart des maisons contaminées.

Au bout de quarante-cinq jours le choléra avait disparu de la ville de Sivas. C'est au moment où la température s'élevait et où l'humidité atmosphérique diminuait d'une façon très notable qu'on a vu décroître, à Sivas, l'épidémie cholérique. Dans le village de Tavra, dont j'ai parlé plus haut, cette épidémie n'a duré qu'un mois.

Contrairement à ce qu'on observe en général, le Dr Jewett estime que les femmes ont payé au choléra un plus large tribut que les hommes. Les enfants ont peu souffert.

« Le lait caillé *(yaghourt)*, écrit le Dr Jewett, constituant un des aliments les plus répandus dans le peuple et étant considéré à Sivas comme profitable aux cholériques, nous en avons constamment recommandé l'usage dans la diarrhée prémonitoire et dans la convalescence ; c'est à l'acide lactique contenu dans ce liquide que nous attribuons les bons résultats obtenus dans un grand nombre de cas. Nous n'avons pas tardé d'ailleurs à recevoir l'acide lactique qui nous faisait défaut au début de l'épidémie et à en user largement. »

Voilà, en résumé, une ville de 35.000 habitants merveilleusement préparée à l'ensemencement et à l'opulente culture des bacilles-virgules, dans laquelle le choléra frappe 5.000 personnes et fait 1.500 victimes, mais épuise en un mois et demi toute son énergie. C'est au moment où la température atmosphérique s'élève qu'il consent à battre en retraite.

Le choléra, si souvent violent et tenace, peut donc avoir de singulières défaillances. Nos hygiénistes doivent en profiter.

M. le Dr P. LE GENDRE

Médecin des Hôpitaux de Paris.

ACCIDENTS CÉRÉBRAUX A FORME MANIAQUE AVEC HYPERTHERMIE, AU DIX-NEUVIÈME JOUR D'UNE SCARLATINE; COINCIDENCE DE LEUR APPARITION AVEC UNE OLIGURIE SANS ALBUMINURIE ET DE LA GUÉRISON AVEC LE RETOUR DE LA SÉCRÉTION URINAIRE. — UTILITÉ DES BAINS FROIDS ET SURTOUT TIÈDES ET DES LAVEMENTS FROIDS, MULTIPLIÉS, COMME DIURÉTIQUES.

— Séance du 11 août 1894 —

Obs. — Une femme de trente-un ans, Marie Gr..., était entrée, le 1er novembre 1892, à l'hôpital Saint-Antoine, dans le pavillon d'isolement consacré aux scarlatines.

Digitized by Google

Elle n'accuse aucun antécédent pathologique, sinon quelques douleurs articulaires légères, mais assez fréquentes, qui ne l'ont jamais forcée à s'aliter. Elle a subi dans les derniers temps des privations dues à la misère.

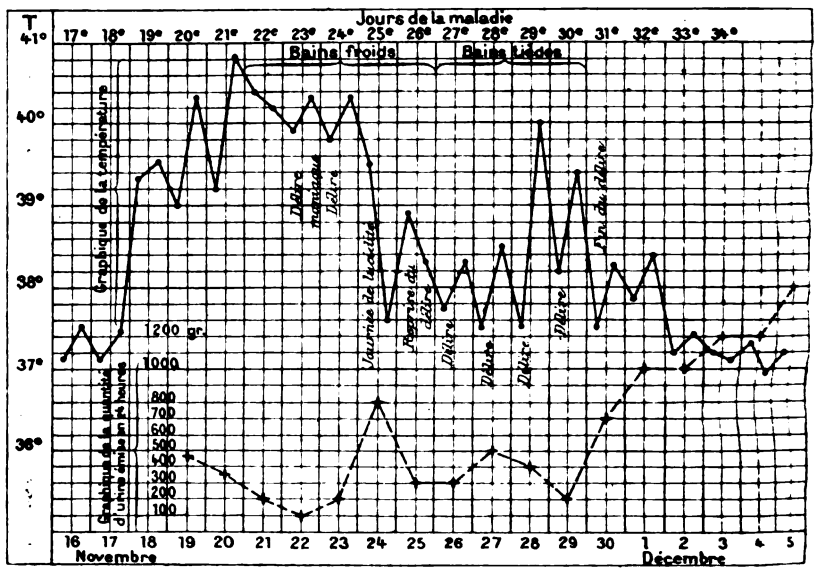
Elle est *au deuxième jour d'une scarlatine* avec une température de 39 degrés, une angine modérée, des traces d'*albumine* dans les urines, qui sont excrétées en quantité normale.

Le 2 novembre se montrent une *congestion pulmonaire* intense, puis une *péricardite sèche*, qui s'accompagne les jours suivants d'une dysphagie très pénible.

Le 3, on constate un *double épanchement pleural*.

Les jours suivants, l'état général est très inquiétant : dyspnée extrême, cyanose, refroidissement des extrémités, sécheresse de la langue. L'albuminurie a augmenté, mais sans être abondante.

Une amélioration notable se produit à partir du 7 novembre. C'est le com-



mencement d'une défervescence en lysis qui continue jusqu'au 12 et est suivie d'une apyrexie complète jusqu'au 17.

A ce moment la desquamation suit son cours régulier ; *l'albuminurie a complètement disparu*. Les épanchements pleuraux sont résorbés ; on perçoit encore des frottements pleuraux et quelques râles bullaires, ainsi qu'un frottement péricardique qui va en diminuant. L'appétit est revenu et la malade commence à s'alimenter.

Soudain, le 18 novembre (19e jour depuis l'invasion), le tableau change : nous trouvons notre malade le visage très rouge, les yeux excavés, la peau brûlante. Elle se plaint d'avoir un grand mal de tête et de voir trouble. Nous ne trouvons *pas d'albumine* dans les *urines* qui sont d'ailleurs *très diminuées* comme quantité. Il y a de la constipation, la langue est sèche.

La température s'est élevée le matin à 39°,3 ; le soir à 39°,5. Mais aucun autre symptôme ne nous explique le changement survenu.

Le 19, la température monte à 40 degrés. Il n'y a toujours aucune trace

Digitized by Google

d'albumine dans l'urine, mais *celle-ci devient de plus en plus rare*. Les autres appareils sont muets.

Le 20 apparaissent les premiers troubles nerveux. Mouvements carphologiques; puis *délire* soudain. La malade se lève, les yeux hagards, criant qu'elle voit des assassins, s'élance contre la porte qu'elle pousse pour les empêcher d'entrer. Après avoir ainsi crié quelques minutes, elle tombe épuisée; on la recouche. Elle ne marmotte plus que des paroles incohérentes. Mais, de temps en temps, les cris, les gesticulations recommencent. La langue est sèche, le pouls à 120, la température à 40°,7. Les urines sont tellement réduites que, très préoccupé de cette ischurie, je fais recueillir et mesurer exactement, à partir de ce jour, la quantité de chaque nycthémère.

Je fais donner toutes les trois heures des bains à 18 degrés pendant un quart d'heure avec affusions froides sur la tête et la nuque. Dans l'intervalle des bains glace sur la tête en permanence.

Le délire devient peu à peu moins violent, survenant par accès, avec cris et hallucinations. M. Beaussenat, interne du service, ne quitte pas la malade et décrit avec précision les diverses phases de ce délire. La malade voit des gens armés de couteaux et elle cherche à s'enfuir. Dans d'autres moments, ses propos sont absurdes et incohérents: elle dit qu'elle est accouchée de six chats, dont l'un avait une tête de chien. Plus tard, elle nous accuse d'avoir tué son mari d'un coup de couteau au cœur; nous avons commis l'assassinat dans la cour, elle ne l'a pas vu, mais elle a *entendu le sang*. Elle sanglote. Dans d'autres moments, elle refuse de parler, avec l'expression de l'accablement et du désespoir. La situation s'est continuée ainsi, avec des intermittences, jusqu'au 1er décembre; c'était une succession d'accès maniaques avec hallucinations et de discours incohérents (elle se plaint qu'on lui a volé 100 francs; puis, un moment après, dit qu'elle n'avait que 20 centimes en venant à l'hôpital); puis de phases mélancoliques avec stupeur et larmes.

Pendant toute cette période de dix jours, *le délire ne s'amendait que quand les urines redevenaient plus abondantes*. Ainsi, le 24, la quantité d'urine ayant atteint 800 grammes, il y a eu une accalmie manifeste; la malade nous a raconté avec beaucoup de lucidité ce qu'elle éprouvait; elle conservait seulement quelque chose de vague dans le regard. Mais, le lendemain, la situation redevenait aussi mauvaise au point de vue cérébral. Jamais il n'y a eu d'albumine pendant la période délirante. Mais l'ischurie a toujours coexisté avec les plus graves troubles cérébraux, et la raison n'est revenue que quand la diurèse a reparu. Un seul jour où le délire a fait défaut correspond à l'émission d'une quantité à peu près suffisante d'urine.

Les quantités d'urine ont été de:

100 grammes le 22.
200 — le 23.
800 — le 24 (jour où le délire a fait défaut.)
300 grammes le 25.
300 — le 26.
500 — le 27.
400 grammes le 28.
200 — le 29.
700 — le 30 (l'amélioration du délire commence.
1.000 grammes le 1er, jour où le délire a disparu).

Le pouls a oscillé entre 130 et 180. Il n'y a jamais eu de symptômes importants du côté de l'appareil respiratoire ni du cœur, les signes de pleurésie et de péricardite s'atténuaient au contraire.

Digitized by Google

Quand le délire eut pris fin, il resta une grande émotivité, la peur de l'obscurité notamment. Les fonctions digestives étaient parfaitement rétablies, le sommeil très bon.

L'examen minutieux des organes des sens et de la sensibilité tégumentaire ne nous a permis de relever *aucun des stigmates habituels de l'hystérie.*

Les renseignements que nous avons obtenus sur les antécédents de famille de la malade et sur les siens au point de vue psychopathique ne nous ont rien appris d'intéressant.

Les quelques manifestations de rhumatisme apyrétique qu'elle avait présentées avant sa scarlatine nous ont fait penser au début au rhumatisme cérébral : mais il n'y a eu aucune arthropathie au cours de la scarlatine.

Les deux seules hypothèses à discuter seraient, suivant nous, une localisation tardive du poison scarlatineux sur l'encéphale ou une *encéphalopathie par insuffisance urinaire;* il est vrai que l'absence d'albumine pendant toute cette période de délire et d'oligurie ne permet guère le diagnostic de néphrite, quoiqu'il y ait eu de l'albumine dans la période antérieure de la scarlatine. Mais les reins peuvent avoir momentanément cessé d'éliminer certains poisons sans avoir été profondément altérés, et il est permis de supposer que, sans néphrite vraie, un œdème congestif peut entraver partiellement la sécrétion du rein. Il y aurait eu, dans cette hypothèse, rétention des poisons hyperthermisants, dont l'existence a été démontrée dans les urines normales à côté des poisons hypothermisants et qui prédominent dans certaines urines pathologiques; j'admettrais aussi, dans cette hypothèse, la rétention de poisons microbiens ou issus de la désassimilation cellulaire et capables de provoquer le délire en imprégnant les cellules cérébrales.

Au point de vue thérapeutique, j'ai employé d'abord les bains froids à 18 degrés; puis, ne voyant pas d'abaissement thermique, ni de calme durable, j'ai employé les bains tièdes à 30 degrés, qui ont paru mieux réussir.

J'ai fait aussi donner les lavements froids réitérés, que je considère comme un excellent moyen de provoquer la diurèse, ainsi que les boissons abondantes. J'ai administré avec beaucoup de modération le bromure et le chloral; des ventouses sèches multipliées ont été appliquées sur la région lombaire.

Digitized by Google

M. le Dr P. LE GENDRE

Médecin des Hôpitaux de Paris.

NÉPHRITE AIGUË, HÉMATURIE ET OLIGURIE AU COURS D'UNE BRONCHO-PNEUMONIE. GUÉRISON PAR LES ENVELOPPEMENTS FROIDS RÉITÉRÉS DU THORAX ET LES LAVEMENTS FROIDS.

— Séance du 11 août 1894 —

Dans une communication faite à la Société médicale des Hôpitaux de Paris, le 16 mars 1894, j'ai rappelé l'attention sur l'utilité très grande des enveloppements humides permanents du thorax contre les poussées hyperémiques qui se manifestent du côté de l'appareil respiratoire, dans un grand nombre de maladies infectieuses aiguës.

Je continue à me louer beaucoup de ce procédé hydrothérapique, d'une application si simple, et qu'il est plus facile à faire accepter dans la pratique civile que les bains et l'enveloppement du corps entier dans le drap mouillé.

Le mode d'action de ce procédé hydrothérapique est probablement complexe, disais-je dans la note à laquelle je fais allusion : soustraction physique de calorique, stimulation exercée sur l'activité nerveuse, action rubéfiante et révulsive sur la peau du thorax sans crainte de désorganiser l'épiderme et d'ouvrir des portes aux infections secondaires, enfin provocation de la diurèse, à un moindre degré, peut-être, que le drap mouillé complet et le bain froid, mais cependant avec une réelle activité.

L'observation suivante montre que ces enveloppements peuvent être employés très utilement dans des cas où l'infection pulmonaire s'accompagne d'une détermination rénale grave et que leur principale action paraît être la stimulation de l'émonctoire urinaire et du système nerveux.

Obs. — Georges P., un enfant de sept ans, était entré à l'hôpital Trousseau le 5 avril dernier, atteint d'une broncho-pneumonie grippale occupant surtout le poumon gauche ; la dyspnée était extrême et l'état général des plus mauvais.

L'examen des urines montra une albuminurie considérable; l'albumine avait ce caractère de rétractilité que M. Bouchard nous a fait connaître comme propre aux néphrites et que j'ai si souvent vérifié, malgré des assertions contraires.

La situation s'aggrava bientôt par la diminution progressive de la quantité de l'urine, qui se montra mélangée de sang en quantité notable.

Digitized by Google

La température, qui avait oscillé entre 39°,4 et 40°,8, tomba brusquement à 39 degrés et à 38°,6 sans que ni l'état local ni l'état général s'améliorassent. Bien au contraire, il y eut des vomissements, une torpeur croissante.

A ce moment furent commencés les enveloppements froids réitérés du thorax, en même temps que des lavements froids multipliés étaient administrés. Quelques heures après, les urines redevenaient progressivement plus abondantes et l'enfant sortait visiblemeut de sa torpeur semi-comateuse. En même temps, la température remontait brusquement à 40°,6.

Les enveloppements étaient continués et le lendemain la température retombait à 37 degrés en même temps que la peau, jusque-là sèche, se couvrait de sueur. A partir de ce moment, l'état général cessa d'être inquiétant, la température ne dépassa plus 38°,4 et revint peu à peu à la normale; les signes stéthoscopiques ne disparurent cependant que très graduellement et la néphrite persista pendant un certain temps encore; l'albuminurie décroissait lentement, mais les urines se maintenaient abondantes et peu à peu la guérison survint.

Ainsi, quand une affection broncho-pulmonaire s'accompagne d'albuminurie, les enveloppements froids sont utiles non seulement contre l'hyperémie pulmonaire, mais aussi contre les accidents rénaux. Ils seront un adjuvant puissant des lavements froids comme moyen diurétique.

M. le Dr A. CHARRIN

Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

LE RHUMATISME CHRONIQUE ET L'INFECTION

— Séance du 11 août 1894 —

Il y a quatre ans, à l'époque où l'Association française pour l'avancement des sciences s'est réunie à Marseille, M. le professeur Bouchard a fait connaître les résultats des recherches poursuivies, pendant plusieurs mois, dans son service d'hôpital, sur la nature, au point de vue bactériologique, du contenu des articulations atteintes de certaines formes d'inflammation dite rhumatismale. — Aux faits signalés dans cette communication nous avons ajouté quelques observations, qui, du reste, n'ont pas modifié le sens des résultats.

En semant les liquides retirés par des ponctions aseptiques, on a vu se développer, dans les cultures, onze fois le staphylocoque blanc, quatre fois le streptocoque, trois fois le staphylocoque doré, deux fois le bacille du

Digitized by Google

côlon; cinq fois, enfin, l'ensemencement est demeuré stérile, quoique nous ayons eu soin de le pratiquer soit au contact de l'air, soit sous l'huile. — Le plus souvent, ces cultures se sont montrées pures; cependant, dans deux cas, le staphylocoque blanc a été associé au streptocoque, dans un troisième cas au staphylocoque doré, dans un quatrième au bacille du côlon.

Bien que ces microbes soient inoculables, bien que l'on puisse provoquer des arthropathies en les introduisant dans les synoviales, ou parfois même après les avoir injectés dans les vaisseaux, surtout si on a, au préalable, lésé une articulation, nous n'avons nullement affirmé que ces bactéries étaient les agents du rhumatisme; c'est là une affirmation absolue qu'on nous a depuis lors prêtée gratuitement. — Nous avions indiqué ces résultats, en nous bornant à remarquer que, dans ces formes subaiguës ou chroniques de rhumatisme, formes plus spécialement visées au cours de nos recherches, les parasites isolés devaient jouer un rôle primitif ou secondaire.

D'une part, en effet, nul n'ignore, ainsi que le prouve l'histoire des arthrites goutteuses ou celle de ces arthrites attribuables à des produits de fermentation dérivés du tube digestif, de l'appareil respiratoire ou de tout autre foyer putride, que des substances chimiques ne soient capables d'altérer les tissus articulaires, comme d'ailleurs peut le faire le traumatisme, etc. — D'autre part, chacun sait que des infiniment petits sortis de l'intestin, par exemple, peuvent se greffer dans des organes, dans des zones malades, tandis que, dans une économie intacte, les rares microbes qui passent du conduit alimentaire dans la circulation sont habituellement détruits; ils ne parviennent pas à rencontrer une région leur permettant de se fixer, de pulluler, d'évoluer.

Ce sont là des données plus que suffisantes pour commander des réserves dans l'interprétation des résultats; des faits de signification claire, étroite, seuls, étaient propres à autoriser cette interprétation dans tel ou tel sens. — Or, si nous rapportons les deux observations que nous allons résumer en peu de mots, c'est qu'elles nous semblent précisément être de nature à éclairer ces questions.

Obs. I. — La nommée C. J., âgée de soixante-trois ans, entre à l'hôpital le 6 décembre 1893, dans le but de faire traiter une bronchite dont elle souffre depuis un mois.

En 1875, elle a subi une atteinte de rhumatisme articulaire aigu qui n'a laissé aucune trace; c'est là tout son passé pathologique. — Il convient d'ajouter que sa mère aurait également eu des rhumatismes; mais, à cet égard, les renseignements sont d'une précision médiocre.

L'auscultation révèle, chez cette malade, des râles sibilants, ronflants, muqueux, disséminés dans toute la poitrine, sans localisation déterminée. —

Digitized by Google

La température oscille entre 37,4 et 38,2; l'appétit est modéré; les autres appareils ou viscères sont exempts de toute lésion appréciable aux procédés habituels d'investigation.

Vers la fin de mars 1894, cette malade, guérie de sa bronchite depuis plusieurs semaines, paraissait en bonne santé; elle devait partir vers le milieu d'avril, lorsque, le 7 de ce mois d'avril, elle fut prise d'une amygdalite et péri-amygdalite aiguës avec rougeur, gonflement des amygdales, fièvre intense, abattement considérable.

L'affection, sans aboutir à la suppuration, passa à la forme subaiguë; elle ne prit réellement fin que le 28 avril; aucune complication, du reste, ne se révéla. — Au sortir de cette amygdalite, le malade se trouva dans un affaiblissement profond; ses tissus étaient pâles; son amaigrissement notable.

Elle se remettait péniblement, lorsque, le 3 mai 1894, elle éprouva dans le poignet gauche une vive douleur, plus marquée par la pression sur les points d'attache des ligaments que par l'exécution des mouvements successifs de flexion et d'extension; cette douleur s'étendit à l'épaule du même côté qu'elle abandonna spontanément après vingt-quatre heures, puis aux articulations métacarpo-phalangiennes de l'index et du médius gauches; au bout de peu de jours, le 9 mai, elle envahissait les premières jointures, celles des phalanges et phalangines, de l'annulaire et du médius.

De l'œdème, du gonflement, dans des proportions modérées, se manifestèrent; la température monta à 38,7 comme maximum.

On employa sans succès le salicylate de soude; l'antipyrine soulagea légèrement la malade, mais ce fut le sulfate de quinine qui parut avoir le plus d'action.

Le 18 mai, l'état local commença à s'amender; jusqu'au 30, quotidiennement, l'amélioration fit des progrès.

Actuellement, deux mois après, toute enflure a disparu; la pression est à peine sensible; toutefois, les mouvements sont gênés; les articulations atteintes, sauf celles de l'épaule et du poignet, sont déformées, surtout les métacarpo-phalangiennes; il existe, à ce niveau, du côté dorsal, des saillies dures, osseuses ou cartilagineuses. Quant aux jointures qui réunissent les phalanges aux phalangines, elles sont élargies et transversalement et dans le sens de l'épaisseur.

Aucune autre articulation, en dehors de celles que nous avons indiquées, n'a été prise; aucun viscère n'a été atteint. — La malade va mieux au point de vue de la santé générale; mais l'état local ne se modifie nullement dans le sens de l'amélioration; les nodosités tendraient plutôt à s'accentuer.

Une seconde observation établit plus nettement encore les rapports de l'infection et du rhumatisme chronique.

Obs. II. — L. C., âgée de vingt-trois ans, couturière, jouissant ordinairement d'une santé convenable, a été prise, le 6 mai 1894, d'une amygdalite phlegmoneuse qui s'est terminée par suppuration le 14 mai; le pus ensemencé a fourni des cultures de streptocoque et de staphylocoque blanc.

Le 21 mai, au moment où elle allait achever sa convalescence, les forces étant en grande partie revenues, elle a été prise de douleurs avec gonflement dans les articulations métacarpo-phalangiennes du médius, de l'annulaire à droite, du médius, de l'annulaire et du pouce à gauche; en outre, le gros orteil gauche est devenu également douloureux.

Digitized by Google

Le 24 mai, les articulations des phalanges et phalangines des deux derniers doigts de la main gauche ont été atteintes. — Le 25, on a semé sur agar, en s'entourant des précautions aseptiques habituelles, le liquide de l'œdème périarticulaire du petit doigt et de l'annulaire. Sur quatre tubes, trois ont donné de l'albus. Depuis cette époque, l'enflure a disparu; les douleurs se sont sensiblement éteintes; mais, des huit jointures touchées, quatre ont conservé des déformations. — Aucune complication viscérale ne s'est d'ailleurs manifestée.

Des amygdalites de toute intensité, variables comme formes, sont chose banale à titre de phénomènes précédant certains rhumatismes. Mais, d'une part, fréquemment les relations ne sont pas aussi étroites; d'autre part, on ne cultive pas toujours l'exsudat pharyngé et articulaire; en troisième lieu, ordinairement ces arthropathies disparaissent. — Dans nos deux cas, les relations entre les déterminations amygdaliennes et articulaires sont suffisamment claires, se sont suivies à de courts intervalles; le même germe a été recueilli et dans la gorge et au niveau des doigts.

Toutefois, une des particularités les plus intéressantes, parmi les enseignements que comportent ces faits, c'est que tout médecin qui examinera ces malades les déclarera, l'une et l'autre, atteintes de rhumatisme chronique déformant; ce diagnostic semble s'imposer au même titre que la nature infectieuse originelle de ces lésions.

Est-ce à dire, pour cela, que d'autres arthropathies plus ou moins analogues ne puissent relever de causes différentes, soit chimiques, toxiques, humorales, comme dans la goutte, dans les arthrites qui accompagnent les fermentations donnant naissance à des acides gras, soit nerveuses, trophiques, comme dans le tabes ou la maladie de Parkinson, soit encore physiques, comme dans le cas de traumatisme, etc.? Nous prêter des opinions aussi exclusives serait, une fois de plus, dénaturer notre pensée.

M. le Dr A. CHARRIN

Agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.

FRÉQUENCE DE L'ENTÉRITE PSEUDO-MEMBRANEUSE; SA FORME CACHECTIQUE

— Séance du 11 août 1894 —

Je n'ai nullement l'intention de faire une étude d'ensemble sur l'entérite pseudo-membraneuse; cette affection est parfaitement décrite, parfaitement connue. Je n'ai d'autre but que de signaler quelques parti-

Digitized by Google

cularités qui la concernent. — Si je me permets certaines remarques au sujet de cette maladie, c'est que sa fréquence, d'après mon observation, dépasse de beaucoup ce qu'en disent les auteurs, même ceux qui la déclarent très commune.

Cette fréquence inouïe, dont la réalité m'a été confirmée par le professeur Dieulafoy, l'importance que prend quelquefois cette affection, les ennuis qu'elle cause, etc., font qu'à mon avis elle devrait occuper, même dans les plus élémentaires manuels, une place plus considérable que celle qu'on lui réserve habituellement. — D'autre part, cette maladie revêt toutes les apparences; elle a toutes les intensités. C'est, d'ailleurs, à cet ensemble de formes que s'applique plus spécialement la notion de fréquence que je viens d'indiquer.

On observe parfois des malades qui, atteints de ce mal durant de longues années, se présentent au médecin sous les traits de cachectiques achevés. On ne peut se défendre, en les voyant, de songer soit à un carcinome, soit surtout, tant à cause de la durée de la lésion qu'en raison du teint qui, assez souvent, conserve quelque coloration, à la tuberculose intestinale; l'examen des selles, l'inoculation, font rejeter ce diagnostic.

La fréquence de ces faits, certaines données bactériologiques, tels sont encore quelques autres motifs qui m'ont poussé à attirer de nouveau l'attention sur ces malades, me bornant toutefois à de courtes réflexions, attendu que je n'ai pas à m'étendre sur les détails étudiés depuis longtemps.

Ces malades sont des personnes qui, il y a plusieurs années, cinq ans au minimum, neuf au maximum, dans les cas que j'ai suivis, ont commencé à souffrir de coliques avec alternatives de constipation et de diarrhée.

Leur appétit est généralement médiocre; elles ont, néanmoins, à de rares intervalles, de véritables fringales. Mais la plupart des aliments sont mal supportés et déterminent des crises d'entérite; les matières rendues, en partie liquides, en partie solides, ressemblent quelquefois à de la lavure de chair, mélangée à des glaires, à des filaments muqueux, à des sortes de fausses membranes tantôt moulées, tantôt sans aucune forme.

Ce qui caractérise ces crises d'entérite, ce sont des douleurs qui précèdent ou accompagnent ces évacuations, douleurs soit diffuses, soit localisées autour de l'ombilic comme centre, douleurs qui constituent des sortes de tranchées. — Les vomissements sont exceptionnels; les nausées sont rares; la langue est humide mais modérément, assez souvent rouge sur les bords et à la pointe, d'un blanc grisâtre vers le milieu.

Les changements de régime ou de traitement peuvent procurer des améliorations plus ou moins durables; on voit des aliments réputés indigestes, que l'on ne prend qu'en désespoir de cause, ou sous l'influence

Digitized by Google

d'une dépravation nerveuse, être tolérés pendant quelques jours, puis les désordres recommencent.

L'examen du malade révèle un amaigrissement, une faiblesse notables. Le ventre est déprimé; les épines iliaques saillantes. La succussion, la percussion abdominales font entendre un bruit de glouglou, du reste inconstant, paraissant appartenir au gros intestin plutôt qu'à l'estomac.

Le foie, dans cinq cas sur huit de ces formes cachectiques observées en deux ans dans une clientèle des plus restreintes, débordait les fausses côtes de deux travers de doigt environ. — Les autres appareils ou viscères étaient intacts.

Dans deux de ces huit cas, j'ai isolé un bactérium coli, dont les facultés anaérobies étaient singulièrement développées; les autres espèces étaient discrètes.

Dans ces formes, l'antisepsie intestinale, si souvent couronnée de succès dans les entérites, donne les résultats les plus médiocres; il en est de même des lavements boriqués. — Les substances qui m'ont fourni les améliorations les plus prononcées sont l'acide lactique, joint aux irrigations larges, répétées au nitrate d'argent et à un régime approprié.

La survie, dans ces cas, est considérable, plus considérable que paraîtrait le faire croire l'apparence cachectique; en dépit de leur amaigrissement, ces malades vont et viennent quelque peu, pendant des années, à moins qu'une maladie intercurrente n'abrège cette durée.

Quant aux raisons intimes qui président à la genèse de cette cachexie, on peut les trouver, d'une part, dans le défaut de nutrition qui résulte de l'élaboration ou de l'absorption vicieuses des aliments; d'autre part, dans l'auto-intoxication que réalisent les fermentations exagérées du tube digestif.

M. le Dr F. CHIAÏS

à Menton.

SUR LA NON-IDENTITÉ DES FONCTIONS PHYSICO-CHIMIQUES DU MILIEU ORGANIQUE HUMAIN EN ÉTAT DE SANTÉ ET EN ÉTAT DE MALADIE

— Séance du 11 août 1894 —

Je ne crois pas être dans l'erreur en affirmant qu'aucun livre classique de séméiologie ne donne de méthode scientifique de diagnostic pour les maladies de la nutrition.

Digitized by Google

Il n'est cependant pas un livre de médecine dans lequel il ne soit question de nutrition retardante, de dénutrition, de misère physiologique, d'azoturie, d'hypoazoturie, de phosphaturie, etc.

Ces perversions de nutrition sont interprétées par les théories souvent les plus disparates ; et nécessairement la pratique médicale se ressent des incertitudes et du disparate des théories.

L'observation, l'expérience et l'expérimentation peuvent faire cesser le désaccord, si on veut bien fixer le type de la nutrition normale et si on veut bien s'entendre sur la méthode à suivre dans les recherches chimiques et dans les expérimentations physiologiques.

Ce qui doit faciliter l'entente entre les cliniciens et les expérimentateurs et ce qui doit conduire à des théories positives et à des conséquences pratiques uniformes, c'est que déjà on est d'accord sur le fait suivant :

Le diagnostic des maladies de la nutrition doit être recherché dans l'assimilation et la désassimilation des produits alimentaires entrant dans l'organisme par les voies digestives.

Ne pensez-vous pas qu'il serait utile de mettre à l'ordre du jour de la prochaine session de l'Association française pour l'avancement des sciences les deux questions suivantes :

1° Comment déterminer et fixer le type de la nutrition normale ?

2° Comment différencier la nutrition normale de la nutrition ou des nutritions pathologiques ?

En attendant que M. le Président veuille bien soumettre ma proposition à votre décision, permettez-moi de vous dire ce que les hasards de l'observation et le contrôle expérimental m'ont appris sur la non-identité des fonctions physico-chimiques du milieu organique humain en état de santé et en état de maladie, et sur la caractéristique des variations de ces fonctions.

Les faits d'observation qui ont éveillé mon attention sur la nutrition normale, sur les nutritions pathologiques, sur leurs caractéristiques et sur leur mode d'évolution, ce sont : le mode d'absorption, de circulation et d'élimination des liquides des boissons, et l'action variable de ces mêmes liquides sur le degré et la nature des réactions chimiques intra-organiques.

Quelques verres d'eau peuvent donner la solution du problème important du diagnostic des maladies de la nutrition et du problème des indications thérapeutiques ; fournir des éléments nouveaux ou pronostic dans les maladies aiguës et dans les maladies chroniques.

LES RÉVÉLATIONS D'UN VERRE D'EAU

Les personnes à nutrition normale et les personnes à nutrition pathologique ne sont pas égales devant le verre d'eau. On se rend compte de

Digitized by Google

cette inégalité si on suit le verre d'eau : 1° dans les faits de l'absorption, de la circulation, et de l'élimination, et 2° dans ses effets sur les réductions chimiques des éléments de la nutrition.

Quand l'homme est en état hygide parfait, l'eau est rapidement absorbée ; elle circule rapidement, s'élimine rapidement et en totalité par les voies urinaires.

Si l'homme est malade, le verre d'eau s'arrête quelquefois longtemps dans l'estomac; quelquefois il s'arrête dans l'organisme, qui se surhydrate. L'arrêt dans l'organisme peut être temporaire ou permanent.

Les deux types se différencient par les particularités suivantes :

1° Dans la déshydratation lente, l'élimination finit par se faire en totalité par les voies urinaires dans les vingt-quatre heures ; mais c'est dans la nuit et non dans le jour que le malade rend la plus grande partie des liquides.

2° Dans la déshydratation lente et incomplète, jamais ou presque jamais le malade n'élimine par les reins la totalité des liquides absorbés et il ne présente jamais l'urine à faible densité des boissons.

Nous ne sommes donc pas égaux devant un verre d'eau agissant physiquement ; le sommes-nous dans ses actions chimiques ?

Quand notre état de santé est parfait, l'eau n'influence que fort peu les actions chimiques intra-organiques : 1° l'élimination des produits excrémentitiels, résidus de la nutrition, se faisant normalement ; l'ingestion de plus ou moins grandes quantités d'eau ne fait varier que dans des proportions très minimes les solides urinaires ; 2° les réductions des produits alimentaires étant totales, ni l'urée, ni les chlorures, ni l'acide phosphorique ne se trouvent modifiés dans leurs rapports de quantité.

Quand nous sommes malades, les résidus solides éliminés par les reins, tantôt augmentent, tantôt diminuent en quantité ; tantôt ils sont en rapports qualitatif et quantitatif normaux, tantôt ils sont en rapports anormaux.

Quand les résidus solides sont diminués en quantité, si, par un entraînement méthodique et à l'aide de médications appropriées, on a pu régulariser la circulation du verre d'eau, voici comment se traduisent ses effets :

1° La somme des solides urinaires augmente.

2° Le chimisme se modifie et la réduction des matières albuminoïdes devient totale : l'augmentation des matières solides porte surtout sur l'urée.

3° La nutrition se régularise et les rapports entre les divers composants de l'urine reprennent le type normal.

Le verre d'eau est alors rapidement absorbé, il circule rapidement et il est éliminé rapidement et en totalité ; il ne peut plus modifier les réactions chimiques intra-organiques, ni en quantité, ni en qualité.

Digitized by Google

Quand les résidus solides urinaires sont augmentés en quantité, le verre d'eau n'est jamais éliminé rapidement; il ne peut par lui-même modifier le type de la nutrition; ce n'est que par une modification longtemps soutenue du régime alimentaire et du régime hygiénique qu'on peut modifier ces nutritions et les rendre au type physiologique qui leur permettra d'absorber et d'éliminer rapidement le verre d'eau.

La circulation des liquides rétablie, le verre d'eau n'augmente plus chez ces malades la somme des solides urinaires; elle la diminue: au contraire quant aux rapports qualitatifs et quantitatifs des solides urinaires, s'ils étaient anormaux, il les ramène au type physiologique.

Car un des résultats constants du retour au normal de l'absorption, de la circulation et de l'élimination du verre d'eau, c'est la régularisation des rapports des résidus urinaires solides.

A quelles conditions ces transformations s'obtiennent-elles?

Elles s'obtiennent à condition que l'organisme soit encore à même de reprendre le fonctionnement physiologique.

Si l'épuisement nerveux est trop grand, si les altérations anatomiques sont trop prononcées, les actions hygiéniques, comme les actions médicamenteuses, commencent par n'avoir qu'une action temporaire, puis finissent par rester sans action.

Inutile de dire ce que devient alors le pronostic.

Vous donner le détail des multiples observations qui m'ont amené à étudier les fonctions physico-chimiques du milieu organique humain m'amènerait à abuser de votre patience.

J'espère en avoir dit assez pour éveiller l'attention médicale sur ce qu'il y a de curieux et d'important dans l'étude de l'absorption, de la circulation et de l'élimination des liquides et sur la nécessité qui s'impose, quand on étudie un malade, de dire suivant quel mode se fait sa vie chimique.

Après ce court exposé, je pense avoir justifié la demande que je fais de proposer à votre discussion, pour le prochain Congrès, les deux propositions que je vais rappeler:

1° Comment déterminer et fixer le type de la nutrition normale?

2° Comment différencier la nutrition normale de la nutrition ou des nutritions pathologiques?

Digitized by Google

MM. H. HALLOPEAU et JACQUINET

à Paris.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE DE L'URTICAIRE DERMOGRAPHIQUE

— Séance du 13 août 1894 —

Nous avons observé récemment un fait qui, tout en rentrant par l'ensemble de ses caractères dans la description classique du dermographisme, présente néanmoins quelques particularités qui nous paraissent dignes d'intérêt.

Notre observation peut être résumée ainsi qu'il suit :

Obs. — La nommée X., qui vient nous consulter à Saint-Louis pour un pityriasis rosé typique, est atteinte, depuis dix ans, de dermographisme.

Antérieurement, à l'âge de dix-neuf ans, lors d'une première grossesse, elle a eu une éruption ortiée qui a persisté pendant un mois.

Elle présente un certain degré d'excitabilité nerveuse, mais on ne peut constater chez elle aucun signe d'hystérie.

Sa santé générale est des plus satisfaisantes; elle n'accuse en particulier aucun trouble de la digestion. En l'examinant, nous constatons, outre l'éruption pityriasique, l'existence en différentes parties de la surface tégumentaire, de saillies ortiées : c'est qu'il suffit, chez elle, du moindre contact pour en provoquer l'apparition ; non seulement le simple passage de l'ongle ou un affleurement avec la pointe d'un crayon, mais le contact d'une éponge ou d'une serviette, le pli d'un vêtement suffisent pour faire apparaître sur les points touchés une élevure ortiée. Les caractères de l'éruption ne diffèrent en rien de ceux qui appartiennent aux cas classiques d'urticaire dermographique intense ; le relief des saillies atteint environ cinq millimètres.

Nous avons étudié le rapport des sensations douloureuses avec le développement de l'éruption et constaté les faits suivants : la douleur ortiée ne suit pas immédiatement le contact provocateur de l'éruption; c'est seulement un certain nombre de secondes après l'apparition de la rougeur initiale que la malade commence à éprouver une cuisson pénible en même temps qu'apparaît la saillie ortiée; pendant quarante-cinq secondes environ cette cuisson augmente d'intensité parallèlement à la saillie; parvenue alors à son paroxysme, elle provoque un impérieux besoin de grattage ; elle s'atténue ensuite.

Nous avons constaté que la température locale s'élevait au niveau de la plaque ortiée à 37°,5 alors que dans les parties voisines elle n'atteignait que 36,1.

Les saillies provoquées chez notre malade ont une durée relativement longue : elle nous assure, à une seconde visite, que l'inscription tracée par nous sur

Digitized by Google

son dos a persisté depuis 11 heures et demie du matin jusqu'à près de 7 heures du soir.

Toutes les parties de la surface cutanée sont susceptibles de présenter cette même réaction ; il semble cependant que la région dorsale réagisse plus rapidement et plus douloureusement que la région antérieure du thorax.

Le fait que nous désirons surtout mettre en relief, dans cette observation, c'est le rapport entre l'apparition de l'éruption et la production des sensations anormales ; celle-ci est rigoureusement liée à celle-là. La saillie ortiée commence à se produire sous l'impression tactile avant que les sensations douloureuses ne se manifestent ; celles-ci ne surviennent que consécutivement ; elles sont en relation évidente avec le trouble de la circulation qui est la cause prochaine de l'éruption : ce n'est donc pas en provoquant des sensations spéciales que divers agents déterminent l'urticaire ; ces sensations résultent, au contraire, de l'éruption ortiée : elles n'en sont pas la cause, mais l'effet. Comme autre particularité à noter chez cette malade, nous mentionnerons l'hyperthermie que nous avons constatée par l'exploration thermométrique et que la simple application de la main dénotait en toute évidence, contrairement à ce qui passait chez les malades de M. Barthélemy.

Nous signalerons également l'absence d'hystérie, de troubles digestifs, ainsi que de tout signe d'intoxication ; aussi ne croyons-nous pas devoir accepter, pour ce cas, l'interprétation de M. Barthélemy, qui, dans son remarquable ouvrage sur le dermographisme, donne comme synonyme de cette expression celle de dermo-neurose toxivasomotrice ; l'excitabilité anormale des vaso-moteurs cutanés nous paraît suffire à expliquer le dermographisme et l'intervention des intoxications n'a pour nous qu'un intérêt étiologique.

Nous résumerons ainsi qu'il suit les conclusions de ce travail :

1° Les sensations ortiées qui accompagnent le plus souvent le dermographisme sont liées aux troubles vaso-moteurs qui constituent la cause prochaine de l'éruption ; elles n'en sont pas la cause, mais l'effet ;

2° Cette proposition est très vraisemblablement applicable à toutes les espèces d'urticaire ;

3° Le dermographisme ne semble pas être nécessairement d'origine toxique ;

4° Il peut s'accompagner d'une hyperthermie locale dépassant un degré et demi.

Digitized by Google

M. le Dr G. GUELPA

à Paris.

PATHOGÉNIE ET TRAITEMENT DE LA DIPHTÉRIE

— Séance du 13 août 1894 —

Les études de ces dernières années tendent à prouver que la diphtérie est une maladie contagieuse, toxique, déterminée par les bacilles de Klebs plus ou moins associés à d'autres micro-organismes pathogènes, qui se développeraient sur les parties des muqueuses dépourvues d'épithélium, en y provoquant la formation de pseudo-membranes. Tous les auteurs sont d'avis que ces fausses membranes sont le vrai foyer où ces bacilles pullulent et fabriquent les produits toxiques qui vont empoisonner l'organisme, et ils sont unanimes à déduire la conséquence, essentielle au point de vue pratique, c'est-à-dire que la destruction de cette fausse membrane s'impose comme but principal dans le traitement de la diphterie.

Je suis convaincu que cette conception pèche par imperfection de vérité anatomique, par erreur d'interprétation physiologique, et qu'elle est *a fortiori* un point de départ faux pour l'institution du traitement. Je m'explique. On a accepté jusqu'aujourd'hui comme une vérité presque indiscutable que le siège du processus diphtérique est dans les muqueuses. Or, il n'y a rien de moins vrai que cela. En effet : 1° les bacilles de Klebs préexistent dans la salive ou dans les autres milieux liquides avant l'apparition de la fausse membrane; et ils se trouvent, dans ces mêmes milieux, toujours et quelquefois longtemps après sa disparition; 2° ils ne peuvent se développer sur les téguments pourvus de leur épithélium; 3° dans certains cas, et des plus graves, on les trouve très nombreux et surtout très vigoureux dans la salive des malades qui n'ont présenté et ne présenteront aucune trace de fausse membrane; 4° enfin, ces bacilles spécifiques existent dans toute l'épaisseur des fausses membranes lorsqu'elles sont récentes; mais ils sont refoulés de plus en plus vers la surface, à mesure qu'elles deviennent plus anciennes, à moins que des crevasses, des lacérations ne s'y produisent, qui permettent la réinoculation profonde.

Un peu de réflexion sur ces faits nous laisse déjà entrevoir que le rôle de la fausse membrane dans la dipthérie ne doit pas être si pernicieux

Digitized by Google

qu'on l'a cru jusqu'aujourd'hui. Mais si nous analysons mieux ce qui se passe dans l'évolution de la diphtérie, nous ne pouvons pas à moins de reconnaître que le vrai rôle de la fausse membrane est incontestablement celui de protéger l'organisme contre l'infection et contre l'intoxication. Lorsque l'épithélium, à la suite de causes chimiques ou physiques, n'existe plus pour s'opposer à l'invasion des agents pathogènes dans l'organisme, il se forme la fausse membrane. Elle est la barrière temporaire que la nature organise en faisant exsuder du derme la lymphe, qui, en se coagulant, emprisonne dans ses mailles, avec les débris des cellules épithéliales, les micro-organismes ordinaires de la région et, en particulier, les microbes spécifiques. Donc, au lieu d'être le nid, le foyer de pullulation des microbes pathogènes, elle en est, au contraire, le piège, le filet dans lequel ils vont être emprisonnés, et, de plus, elle constitue un feutre imperméable à l'absorption de leurs produits septiques. Si la fausse membrane était le foyer de culture des bacilles spécifiques, il est rationnel de croire que plus la diphtérie est ancienne et grave, d'autant plus vigoureux et nombreux devraient être ces micro-organismes dans les couches profondes à contact du derme. Or, il en est précisément le contraire. En outre, nous savons, par les remarquables travaux de Roux et Yersin, que le poison diphtérique ne peut déterminer des effets toxiques saisissables qu'à la condition de parvenir dans l'organisme en quantités relativement abondantes. Comment expliquer alors la perniciosité excessive de ces diphtéries, dans lesquelles il n'existe que des fausses membranes limitées? Cette explication, qui n'est pas possible si on admet que la fausse membrane est le lieu de culture du bacille de Klebs, devient très évidente lorsqu'on se persuade que le microbe se cultive surtout dans la salive et dans les autres milieux liquides. Nous avons une autre preuve de cela dans le fait que les bacilles spécifiques sont dans la salive d'autant plus nombreux et surtout vigoureux que la diphtérie est plus grave, même lorsqu'il n'y a pas ou qu'il n'y a plus de fausses membranes.

La biologie du bacille de Klebs et le rôle de la fausse membrane étant ainsi compris, il nous est possible d'établir un traitement rationnel scientifique. Pour cela, la première condition à remplir est de respecter la fausse membrane, qui est la défense dont se sert la nature pour protéger l'organisme. Nous devons donc abandonner absolument toutes ces méthodes, plus ou moins barbares, soient-elles des abrasions, ou des cautérisations, ou des attouchements vigoureux, *virtuellement* antiseptiques. Une expérience de près de vingt ans m'a *toujours* prouvé que les fausses membranes disparaissent définitivement plus vite et coïncident avec moins de complications, si on ne s'entête pas à vouloir les détruire.

Ceci dit, le but que nous devons viser, et qui est *réellement* possible dans le traitement de la diphtérie, est celui de gêner la pullulation des microbes

Digitized by Google

pathogènes et d'empêcher la trop abondante absorption de leur produit toxique. Nous pouvons y parvenir bien souvent, je dirai même toujours, lorsque la diphtérie est traitée dès son début. Étant donné que le siège de cette pullulation de microbes et de cette fabrication de poisons se trouve dans des parties qu'on peut atteindre et dans des milieux qu'on peut diluer et évacuer, il est évident que les moyens qui rendent possibles et faciles ces nettoyages seront les plus indiqués. Or, jusqu'à présent je n'en vois pas qui répondent mieux à ce désidératum et qui soient plus simples, plus complets et plus à la portée de tous que les lavages abondants et fréquents faits avec une solution tiède et très diluée d'un agent antiseptique, de préférence le tannin ou le perchlorure de fer à un pour mille.

Je dis expressément *très diluée*; car j'ai la conviction que l'action thérapeutique n'est pas ou n'est que très peu développée par les propriétés spécifiques du médicament; mais, au contraire, elle est produite seulement, ou surtout, par la force physique, mécanique de l'irrigation abondante. C'est pour cette raison, que, comme je l'ai démontré dans un travail spécial, les effets heureux des médicaments qu'on a vantés contre la diphtérie doivent être attribués, non à leur valeur essentielle, mais au fait que leur application était accompagnée de lavages relativement fréquents, ou qu'elle produisait une salivation et une exagération de sécrétion des muqueuses; ce qui est encore un vrai lavage.

Incontestablement ces moyens (l'irrigation faite au moins toutes les heures dans les cavités buccale et nasales) ne peuvent pas toujours être suffisants. Cela dépend surtout de la forme de la diphtérie. En effet, au point de vue thérapeutique, il y a une division qui s'impose et qui est d'une importance capitale. Elle comprend, d'un côté, les cas où la diphtérie est simple, presque exclusivement à bacilles de Klebs, celle qui se manifeste par des fausses membranes blanches, argentines, serpigineuses, avec peu de réaction, celle qui se propage plus facilement au larynx; de l'autre côté, la diphtérie compliquée, surtout à streptocoques, où les fausses membranes ont des aspects sales, grisâtres, noirâtres, etc., et dont le fond est facilement saignant; c'est celle qu'on a désignée sous les noms de toxique et d'hypertoxique; c'est elle qui tue si souvent par empoisonnement de l'organisme, et je crois qu'elle est toujours tardive, souvent après une période plus ou moins longue, passée quelquefois inaperçue, de l'existence de la première. Dans la diphtérie simple, les lavages très abondants, faits surtout de bonne heure, réussissent, pour ainsi dire, presque toujours. Dans la seconde, au contraire, ils sont encore très utiles, même indispensables; mais ils sont, à coup sûr, insuffisants. Dans ces cas, en plus des lavages, je suis d'avis d'administrer l'iodure de potassium pour modifier l'état osmotique des muqueuses, et je crois particulièrement utile de recourir, dans le même but, aux injections endoamygdaliennes d'un gramme de liqueur de Van Swieten à répéter

Digitized by Google

deux ou trois fois par jour, selon l'âge et l'hydiosyncrasie du malade, et selon la gravité de la maladie.

Je ne peux terminer cette question du traitement de la diphtérie sans vous parler de la nouvelle méthode thérapeutique qui, pour un moment, nous a fait concevoir les plus belles espérances : j'entends la sérothérapie. Je n'en dirai que quelques mots. Elle est encore trop à l'état de conception théorique, que les faits, du reste, paraissent déjà vouloir infirmer. Les communications de Mya, Baginsky et Escherich, au Congrès de Rome, servent à le démontrer. Pour ma part, je ne serais pas surpris de l'échec de la sérothérapie, telle qu'elle est conçue et exécutée jusqu'à présent contre la diphtérie, par la simple raison qu'elle manque le but qu'elle doit se proposer. En effet, il est certain, et les faits me le démontrent tous les jours, que les diphtéries presque exclusivement à bacille de Klebs sont facilement guérissables par les simples irrigations abondantes. En général, elles ne deviennent graves qu'en se transformant en diphtéries associées. Et dans ce cas la gravité de la maladie est constituée non par le bacille de Klebs. mais presque toujours par le streptocoque. Or s'il est vrai, d'après l'assertion des auteurs, que le sérum de Behring ou celui d'Aromson exerce son action seulement contre le bacille de Klebs, vous conviendrez facilement, avec moi, que la sérothérapie qui ne vise que ce bacille spécifique ne peut pas développer une efficacité réelle dans le traitement de la diphtérie.

Les idées pathogéniques et thérapeutiques que je viens d'exposer brièvement au sujet de la diphtérie en général et spécialement de l'angine diphtérique sont aussi applicables dans la diphtérie des voies aériennes. Ici encore le foyer du processus morbide ne doit plus être considéré comme résidant dans la fausse membrane, mais nous devons être persuadés qu'il se trouve dans les mucosités laryngo-trachéales. Il est vrai que dans ce cas la fausse membrane par elle-même est nuisible, et qu'elle peut occasionner physiquement la mort du malade. Mais il ne faut pas perdre de vue que, si la pullulation des bactéries spécifiques et la production de leurs poisons étaient moins abondantes, l'exsudation de la lymphe du derme moins irrité serait aussi plus modérée, et la fausse membrane resterait par ce fait bien plus mince, elle tomberait plus vite et elle menacerait bien plus rarement la vie des malades.

En conséquence de ces idées je suis d'avis que dans les cas de croup, il ne faut plus rester spectateur découragé et *réellement* inactif du drame qui va se dérouler ; mais qu'il y a lieu, dès qu'on est certain du diagnostic, de faire immédiatement dans cette région les applications qui se démontrent si efficaces contre la diphtérie supérieure. Il est bien vrai que, en présence de l'asphyxie imminente, on a recours depuis longtemps à la trachéotomie ou au tubage. Mais ces moyens, par eux-mêmes, ne sont pas de vrais secours thérapeutiques pour faire opposition à la marche de la maladie ;

Digitized by Google

ils ne sont que des interventions dilatoires pour retarder l'asphyxie, une espèce de sursis apporté au malade pour lui permettre de soutenir plus longuement la lutte dans laquelle il est engagé.

Ce qu'il faut, c'est un traitement vraiment pathogénique, qu'on peut réaliser en pratiquant toutes les heures ou un peu moins souvent des irrigations antiseptiques abondantes dans la trachée et dans le larynx, soit par la canule après trachéotomie, soit par un drain résistant, qu'on aura placé précédemment dans la trachée sur la voie d'un petit trocart. Ces lavages sont possibles et exemptés de dangers, contrairement à ce qu'on pourrait croire de premier abord.

La précaution indispensable qu'il faut prendre est de tenir l'enfant renversé avec la tête en bas. Si la lumière du larynx n'est pas obstruée complètement par l'épaisseur de la fausse membrane, le liquide irriguant revient en partie par la bouche et par le nez, et en partie par la canule, autrement il ressort totalement par la canule.

J'ai fait ces applications à cinquante-quatre diphtériques de l'hôpital Trousseau, à Paris, et, quoique imparfaites pour plusieurs motifs, elles ont donné néanmoins des résultats vraiment encourageants : elles ont réduit la mortalité des opérés du croup de cet hôpital à un chiffre inférieur d'un cinquième au minimum plus favorable atteint jusqu'à présent. J'ajouterai qu'il n'y a jamais eu le moindre accident.

La gravité du croup ne dépend pas seulement du danger d'asphyxie par la constriction laryngée ou de l'intoxication générale comme dans l'angine diphtérique. Elle provient surtout de la complication très fréquente de la broncho-pneumonie. Incontestablement l'abondance des mucosités qui contiennent les éléments pathogènes, la difficulté de leur expulsion par le fait du calibre successivement plus étroit du larynx, et plus que tout, j'en suis persuadé, la parèse progressive des cils vibratiles et des fibres lisses du conduit aérien, sont la cause efficiente principale de cette redoutable complication.

Cette nouvelle interprétation pathogénique de la broncho-pneumonie diphtérique m'a suggéré l'idée de tenir les malades de croup constamment couchés en position très inclinée, avec la tête en bas, pour que les mucosités aient la tendance naturelle, en raison des lois de la pesanteur, à s'éliminer par la bouche, en évitant ainsi la nécessité d'épuiser le fonctionnement déjà insuffisant des fibres musculaires et des cils vibratiles. Mon expérience m'a déjà prouvé que cette position très pratique et facile à garder par le malade constitue un adjuvant prophylactique et curatif très important dans le traitement de la diphtérie.

De ce travail succinctement exposé, je crois de pouvoir dégager les conclusions suivantes :

1° La diphtérie est une affection contagieuse et inoculable déterminée

Digitized by Google

par le bacille de Klebs plus ou moins associé à d'autres micro-organismes pathogènes, en particulier le streptocoque ;

2° Les mucosités de la bouche et des voies aériennes sont les vrais bouillons où pullulent ces microbes et où ils sécrètent leurs poisons ;

3° La fausse membrane, au lieu d'être le milieu de culture des éléments pathogènes spécifiques, comme on l'a cru jusqu'à aujourd'hui, en est au contraire le piège, la barrière qui s'opposent à leur invasion dans l'organisme ;

4° Dans le traitement de la diphtérie il faut renoncer aux moyens plus ou moins barbares de destruction de la fausse membrane ; nous devons par contre en respecter l'intégrité et diriger l'énergie de traitement contre l'élément pathogène là où il pullule, c'est-à-dire : la salive et les mucosités des voies aériennes ;

5° Lorsque la diphtérie est simple, c'est-à-dire presque exclusivement à bacilles de Klebs, les lavages abondants avec des solutions chaudes antiseptiques très diluées forment la base de l'action thérapeutique et sont presque toujours suffisants ;

6° Quand la diphtérie se présente sous la forme grave les mêmes lavages sont encore indispensables ; mais il est nécessaire d'ajouter l'administration interne de l'iodure de potassium et les injections parenchymateuses de liqueur de Van Swieten dans le but surtout de modifier l'état osmotique des muqueuses ;

7° La sérothérapie, comme elle est conseillée jusqu'aujourd'hui, manque son but, et ne peut exercer une action réellement efficace contre la diphtérie ;

8° Dans le croup, dès que le diagnostic est certain, il faut pratiquer la trachéotomie, ou bien placer un drain dans la trachée au moyen d'un petit trocart, dans le but de faire toutes les heures, ou moins souvent, l'irrigation des voies aériennes ;

9° Pour que ces lavages soient vraiment utiles et sans danger, nous devons les faire, le malade étant renversé avec la tête en bas ;

10° La broncho-pneumonie croupale a certainement pour cause principale l'accumulation, dans le conduit respiratoire, des mucosités contenant l'élément pathogène, consécutivement à la parèse des fibres lisses et des cils vibratiles de la muqueuse ;

11° Pour diminuer les dangers de cette complication redoutable on gardera le malade constamment couché en position très déclive et la tête en bas.

Digitized by Google

M. le Dr Jules BATUAUD

à Paris.

DE L'EMPLOI D'UNE NOUVELLE TIGE INTRA-UTÉRINE POUR FACILITER LA RÉDUCTION MANUELLE DES RÉTRODÉVIATIONS UTÉRINES

— Séance du 18 août 1894 —

On s'accorde généralement à reconnaitre que la réduction *manuelle* des déviations utérines est de beaucoup préférable à la réduction *instrumentale* de ces mêmes déviations. Dans les manœuvres manuelles, en effet, il est facile de graduer exactement la force employée, il est possible de faire porter tout l'effort sur des points non dangereux à traumatiser, et surtout on respecte absolument la muqueuse utérine si souvent infectée et en même temps si délicate. Autre considération d'une importance capitale : dans la réduction par les divers redresseurs (de Sims, d'Emmet, de Trélat, de Vulliet, etc., etc.), non seulement les pressions de redressement s'exercent sur une muqueuse délicate, la muqueuse utérine, mais encore ces pressions sont difficiles à graduer et s'exercent sur une faible surface, ce qui augmente d'autant la gravité du traumatisme. Dans la réduction manuelle, au contraire, toutes les pressions s'exercent sur la périphérie de l'utérus et se répartissent sur de larges surfaces, ce qui rend l'opération exempte de tout danger, à moins de violence inconsidérée. C'est pourquoi on n'a observé de traumatismes graves — et parfois, avec les redresseurs, ces traumatismes ont été jusqu'à entraîner des perforations mortelles — que dans les cas de réduction instrumentale, alors que la réduction manuelle, faite sans violence, et par un gynécologiste suffisamment exercé à ce genre de traitement, n'a jamais entraîné d'accidents graves, les contre-indications habituelles ayant été respectées, bien entendu.

En fait, la réduction manuelle, quand elle est possible (et les échecs deviennent de plus en plus rares à mesure que l'on acquiert une plus grande expérience de ce mode de traitement), est toujours préférable à la réduction instrumentale. L'emploi des redresseurs n'est permis que dans les rétrodéviations faciles à réduire, sans aucune violence, alors qu'il n'y a pas d'adhérences péri-utérines et alors que les parois de la matrice sont suffisamment épaisses et rigides pour qu'il n'y ait aucune crainte de

Digitized by Google

perforation. Dans tous les cas difficiles et surtout dans toutes les déviations adhérentes, avec utérus à parois flasques et amincies en certains points, la réduction manuelle est seule indiquée.

Depuis huit années environ, j'ai eu l'occasion de traiter, pendant mon internat à Saint-Lazare et, depuis lors, dans ma clientèle et à la clinique du Dr Chéron, un grand nombre de rétrodéviations (rétroversions mobiles et rétroversions adhérentes, rétroflexions mobiles et rétroflexions adhérentes) compliquées ou non de lésions et de prolapsus des annexes, et j'ai pu me rendre compte ainsi de la supériorité manifeste de la réduction manuelle. Cependant j'ai rencontré un certain nombre de cas dans lesquels l'utérus étant plus ou moins flasque dans sa portion moyenne, très flexible au niveau de l'isthme, j'étais obligé de faire une série de massages pour obtenir le durcissement de l'organe, avant de pouvoir faire des tentatives efficaces de redressement. Dans ces utérus longs, mollasses et flexibles, les pressions exercées sur la portion accessible du col, même en déprimant fortement les culs-de-sac pour atteindre la région de l'isthme, ne se transmettent pas au corps de l'utérus et ne parviennent qu'à transformer les rétroversions en rétroflexions ou à exagérer la rétroflexion préexistante; le corps ne se laisse pas mobiliser, alors même qu'il n'est pour ainsi dire pas adhérent, qu'il est simplement enclavé.

C'est dans ces cas spéciaux, qui sont loin d'être rares, et pour éviter tout un traitement préparatoire destiné à durcir l'utérus, que j'ai eu l'idée de recourir au durcissement extemporané de l'organe, au moyen de corps étrangers introduits dans la cavité utérine, et, après des essais divers avec la gaze iodoformée et avec les tiges intra-utérines, c'est à ces dernières que j'ai donné la préférence.

Ce n'est donc pas un nouveau redresseur utérin que j'ai l'honneur de vous présenter aujourd'hui, c'est simplement une nouvelle tige destinée à être placée provisoirement dans la cavité utérine dans le but de faciliter la réduction manuelle des rétrodéviations. Par sa présence dans la cavité utérine, cette tige rend l'utérus rigide, tout d'une pièce en quelque sorte, si bien que toutes les manœuvres manuelles portant sur la périphérie du col se transmettent intégralement au corps de l'utérus qui obéit ainsi, sans résistance, aux mouvements de redressement. C'est un procédé rapide et commode de durcir l'utérus extemporanément, ce qui facilite singulièrement la réduction bimanuelle. *La tige une fois placée, l'opérateur se gardera bien de se servir de son extrémité comme d'un levier pour soulever et déplacer l'organe, il ne s'en occupera pas plus qu'il ne le ferait d'une bandelette de gaze iodoformée dont il aurait bourré la cavité, dans le même but de durcir l'utérus et de faire ainsi des manœuvres de réduction plus efficaces.* J'ajouterai que l'emploi de l'appareil que je vous présente offre, sur le bourrage à la gaze iodoformée, l'avantage d'être d'une application

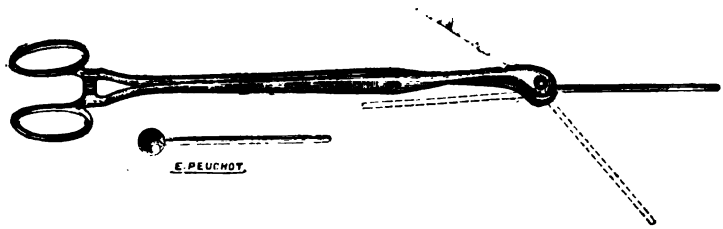
Digitized by Google

beaucoup plus simple, plus rapide, puisqu'il ne nécessite ni forte dilatation préalable ni abaissement forcé du col comme l'exigerait un bourrage assez serré pour remplir le même but.

Cet appareil se compose de deux parties : 1° une tige intra-utérine, et 2° une pince spéciale destinée à porter la tige dans l'utérus.

1° La tige intra-utérine est cylindrique, d'une longueur de 6 centimètres et d'un diamètre uniforme de 3 millimètres. Cette tige est en cuivre rouge nickelé, de façon à pouvoir être courbée au besoin et elle est terminée par une boule de 1 centimètre de diamètre (1).

2° La pince porte-tige est une pince en acier nickelé, démontable, dont les branches sont maintenues plus ou moins serrées à l'aide d'une crémaillère qui réunit les anneaux, et dont les mors creux et courbés sur le champ sont disposés de façon à permettre de placer la tige, en embrassant la boule qui la termine, dans toutes les inclinaisons que l'on désire.



L'appareil est ainsi très facile à aseptiser, condition indispensable à l'innocuité de son emploi. Cette aseptie de l'appareil s'obtient par le passage à l'étuve ou simplement par le flambage sur la lampe à alcool suivi de l'immersion dans une solution phéniquée forte.

Il ne reste plus qu'à enrouler, autour de la tige, et dans toute sa longueur, une poupée d'ouate hydrophile aseptique qu'on fera aussi grosse que le permet la perméabilité de l'utérus. Cette ouate est imbibée d'une solution concentrée de résorcine, ce qui la rend onctueuse et facile à introduire dans la cavité utérine ; en même temps, on met ainsi, au contact de la muqueuse utérine, un excellent topique à la fois antiseptique et modificateur de la muqueuse.

La mise en place, dans la cavité utérine, de la tige en question est très facile, même sans dilatation préalable ; jamais l'abaissement forcé du col n'est nécessaire. L'introduction de la tige se fait comme celle de l'hystéromètre, soit sans l'aide du spéculum, en se guidant sur le doigt indicateur placé, au contact de l'orifice externe, sur la lèvre antérieure du col, soit avec l'aide du spéculum, si on le préfère.

(1) J'ai fait faire une série de tiges de longueur et de diamètre veriables pouvant toutes se monter sur la même pince ; celle que je décris plus haut suffit à la grande majorité des cas. (J. B.)

Digitized by Google

Quelque accentuée que soit la rétrodéviation, l'introduction de la tige est rendue facile par la possibilité que l'on a de placer cette tige à angle plus ou moins aigu sur la pince porte-tige. Une fois la tige placée, il ne reste plus qu'à desserrer la pince et à la retirer, et désormais *les manœuvres de réduction vont se faire absolument comme s'il n'y avait rien dans l'utérus, sans jamais utiliser la boule de la tige comme un levier*. L'utérus est, par la seule présence de la tige entourée d'ouate, devenu rigide et tout d'une seule pièce et la réduction manuelle ne rencontre plus de difficultés non plus que l'allongement progressif des adhérences, s'il en existe.

Je n'ai pas à décrire ici les procédés de réduction bimanuelle, ils sont nombreux et chacun d'eux présente ses indications particulières; mais je dois dire que j'ai réussi, dès la première séance, dans les rétrodéviations mobiles ou simplement enclavées, en quelques séances, dans les rétrodéviations adhérentes, alors que j'avais fait plusieurs tentatives infructueuses par les méthodes ordinaires. En un mot, l'emploi de la tige intra-utérine, tel que je viens de le décrire, permet d'arriver plus sûrement et beaucoup plus rapidement à la réduction des rétrodéviations, dans les cas que j'ai spécifiés tout à l'heure.

Cet emploi de la tige est non seulement facile, mais encore sans danger. Une fois la réduction obtenue, si on doit faire des pressions circulaires sur la face postérieure de l'utérus, je recommande de retirer la tige avant de faire cette sorte de massage complémentaire. Rien n'est plus simple que de retirer cette tige en saisissant la boule qui la termine avec les deux doigts placés dans le vagin, alors que la main abdominale maintient le fond de l'utérus au contact du pubis.

Les réductions faites avec l'adjonction de la tige intra-utérine ne sont pas plus douloureuses que les réductions manuelles ordinaires. Elles ne présentent aucun des inconvénients de la réduction instrumentale dont j'ai, plus haut, signalé les dangers.

En résumé :

1° La réduction manuelle des rétrodéviations utérines est la méthode de choix, car elle ne présente pas les dangers de la réduction avec les divers redresseurs utérins.

2° La réduction manuelle est très laborieuse dans certaines rétrodéviations, adhérentes ou non adhérentes, mais dans lesquelles l'utérus allongé, plus ou moins flasque dans sa partie moyenne, est tellement flexible au niveau de l'isthme que les pressions exercées sur la portion accessible du col ne sont nullement transmises au corps, qui reste enclavé et ne bouge pas.

3° Dans les mêmes conditions, si on parvient à durcir extemporanément l'utérus et à le rendre rigide, tout d'une seule pièce en quelque sorte, la réduction manuelle ne présente plus de grandes difficultés.

Digitized by Google

4° Le durcissement extemporané de l'utérus, qu'on peut obtenir par des procédés divers et notamment par le bourrage de la cavité avec la gaze iodoformée et par l'emploi d'une tige intra-utérine entourée d'ouate, est surtout simple et commode par l'emploi de l'appareil que je viens de décrire et dont je viens d'indiquer le manuel opératoire.

5° La réduction manuelle avec l'adjonction de la tige intra-utérine, en suivant le procédé que j'ai conseillé plus haut, n'est nullement dangereuse. Elle ne présente, en dehors de la grossesse bien entendu, que les contre-indications habituelles de la réduction manuelle, c'est-à-dire les états inflammatoires aigus ou subaigus de l'utérus et des annexes et les suppurations pelviennes.

M. Émile RIVIÈRE

Sous-Directeur de laboratoire au Collège de France, à Paris.

INVENTAIRE APRÈS DÉCÈS DU SIEUR DES RONDEAUX, DOCTEUR EN MÉDECINE, BOURGEOIS DE CONDÉ-SUR-NOIREAU

— Séance du 13 août 1894 —

I

Le manuscrit que j'ai l'honneur de communiquer à la Section de Médecine est la copie d'un inventaire dressé, le 22 septembre 1739, par Me Jacques Gosselin, notaire royal à Condé-sur-Noireau (Calvados), après le décès de Me Jean Desrues, Sieur des Rondeaux, docteur en médecine, bourgeois de Condé.

Cette copie a été faite sur ma demande en 1892, en l'étude de Me Blanchard, notaire audit Condé, par un des habitants de cette ville, archéologue émérite, Jules Tirard, aujourd'hui décédé. J'ai tenu à ce qu'il respectât *absolument* l'orthographe, bonne ou mauvaise, du manuscrit; et, alors même que le mot était écrit de plusieurs façons différentes, les divers modes de l'orthographier ont été scrupuleusement conservés. C'est ainsi, par exemple, que l'on trouvera le mot « buffet » écrit successivement : buffait, buffet et buffez.

D'autre part, j'ai cru devoir résumer, en quelques lignes, certains

Digitized by Google

passages de l'inventaire, la liste des objets qui s'y trouvaient énumérés ne présentant aucun intérêt pour la Section de Médecine.

Enfin la signature qui se trouve au bas de ce document est la reproduction par la photogravure de celle qui figure sur la pièce originale.

II

L'an 1739, le mardi 22e jour de septembre, sur les sept heures du matin. A la requête de Demoiselle Marguerite Radiguet, Ve de feu Me Jean Desrues, vivant Sieur des Rondeaux, docteur en médecine, bourgeois de Condé, tutrice ppllle de leur enfant mineur, par acte de délibération de tutelle des parents dud. mineur, exercée en l'antien *(sic)* bailliage de ce lieu le dix septe jour de ce présent mois et an, par laquelle ladite Veuve est authorizée *(sic)* de faire dresser état et répertoire des meubles, titres et écritures restés après le décès dudit Sr deffunt, présence de Me Daniel Poisson, Sieur de Paruille (1), ptre prieur de l'Hôtel Dieu de ce lieu, tuteur particulier Louis Maufras, Sr de la Bergerie, Me Jn Baptiste Bruzon, chirurgien juré royal audit Condé, parens délégués dud. mineur; Nous Jacques Gosselin, nre royal audit siège de Condé sur Noireau et par (2) y jointes, de la réquisition cy dessus sommes ledit jour transporté dans la maison et domicile où ledit Sr des Rondeaux faisoit sa demeure et où il est décédé, aux fins dresser état et répertoire des meubles, titres et écritures restés au deceds *(sic)* dud. deffunt, laquelle maison est située en la franche bourgeoisie de ce lieu, proche l'église de St Sauveur et où étant entré dans la salle ou il faisoit sa résidence, (3) présence du dit Sr de Paruille tuteur particulier, des dits Srs Maufras et Bruzon parens délégués, du Sr Pierre Chalopin, bourgeois de Caen, oncle paternel dud. mineur, avons procédé aud. répertoire ainsy qu'il en suit.

Premièrement

Un garde sendre *(sic)*, deux petits landiers, une broche, une pelle à feu, etc....

Cette première partie de l'inventaire ne présente pas, pour la Section, un intérêt suffisant pour donner, par le menu, la nomenclature complète de tout ce qu'elle renferme. Nous nous bornerons à dire qu'elle comporte les ustensiles de cuisine, de nombreuses pièces en étain fin ou commun et en faïence, telles que plats, assiettes, écuelles, pots, pinte, *chocquet* (4), chopinne *(sic)*, flambeaux, seringue, — celle-ci en étain fin, — fourchettes, cuillers, etc., ainsi que certains meubles, parmi lesquels nous citerons « un lit garny avec son vieil *traversier* de plume, une *casteloigne* de laine blanche (5), une *couette* (6), des *tés (sic)* d'oreiller,

(1) Sieur de Parville.

(2) Paroisses.

(3) En (mot omis).

(4) Le *chocquet* était probablement une mesure de capacité spéciale à Condé-sur-Noireau et à ses environs, qui, d'après un archéologue fort érudit d'une ville peu éloignée de Condé, M. Jules Appert (de Flers), devait être très variable, comme toutes les anciennes mesures. D'après son nom même ce pouvait être une tasse à boire plus ou moins grande, en *terre de Ger*, un vase avec lequel on *choquait* ou trinquait.

(5) *Casteloigne*, synonyme de couverture ; d'après le *Dictionnaire étymologique* de Ménage, elles étaient ainsi nommées, parce qu'on les avait d'abord fabriquées en Catalogne, d'où *castalogne*, *castelongne*. On les appelle aussi, dans le patois des environs de Flers (Orne), des *castolaines*.

(6) Une *couette* n'est autre qu'un lit de plumes, dont l'enveloppe ou *tissu à couettes* s'appelait *coetil* — d'où le nom de *coutil* — et dont la plume consistait en du duvet d'oie.

Digitized by Google

des tables, des chaises de bois *enfoncées* de paille, un *tapy* de vieille tapisserie », un bahut couvert de cuir avec clous jaunes, un guéridon, des plombées (1), etc.

Un buffait (2) de bois de chesne *(sic)*, fermant à quatre volets et deux tiroirs . . . . . , duquel avec la clef qui fait ouverture de toute la fermeture du dit buffet, cy est trouvé les meubles qui en suivent.

Premièrement (3)

Une croix d'or garnie de pierres communes, une ceinture de soye et de fil d'argent avec une boucle de *tombak* (4) garnie de pierres.

Item. — Douze serviettes de différents ouvrages, huit vieils *doubliers* (5) aussi de différents ouvrages, un bonnet de laine ayant servi à l'usage du deffunt.

Item. — Deux sondes d'argent garnies, pesant avec un autre petit instrument d'argent servant à l'art de chirurgie, pesant le tout ensemble une once et un quart de gros (6).

Item. — Un étui d'écarlate, dans lequel il s'est trouvé une lancette à absée *(sic)*, une aiguille, des pinces, le tout d'acier; de plus cinq autres lancettes avec leurs étuit *(sic)*. Et est tout ce qui s'est trouvé dans ledit appartement dudit buffait.

Item. — Dix livres de grosse filasse

. . . . . .

. . . . . .

Dans un « cabinet estant à costé de lad. salle » Me Gosselin inventorie un certain nombre de pièces de lingerie « servant à l'usage de la *demoiselle veuve* et du deffunt » telles, entre autres, que chemises, coiffures de toille *(sic)*, draps, essuyeux de main de toille, piesses *(sic)* de gros fil écru, demy-carteron de *lanfait* (7), etc., etc.

Ce fait, nous aurions été avec lad. veuve et parens conduit dans la chambre étant sur lad. salle où étant entré nous aurions trouvé les meubles qui en suivent :

Et *Premièrement*

Un bois de lit garni d'une paillasse, une couette, etc.

. . . . . .

. . . . . .

Item. — Les habits du deffunt, se consistant en un vieil justaucorps de drap brun, une veste de pinchina brun, un vieil justeaucorps de camelot, une redingotte de peluche, une vieille paire de culotte *(sic)* de drap brun avec une vieille

(1) Romaines servant à peser.

(2) Le tabellion qui a rédigé cet inventaire écrit indifféremment buffait par *ait*, par *et* ou par *ez*.

(3) Premièrement est maintes fois répété sans que deuxièmement apparaisse jamais.

(4) On appelait *tombak* ou *tombac* un alliage de cuivre et de zinc très usité aux temps où les boucles sur les souliers étaient à la mode. On en fabriquait avec cette matière qui imitaient parfaitement les boucles d'argent.

(5) Les *doubliers* étaient des nappes pour les repas. Elles étaient ainsi nommées, soit parce qu'on les faisait de deux *lès* ou *laises* de toile, afin de leur donner plus de largeur ; soit parce que, après le développement de l'industrie du linge de table, vers le milieu du XVIIe siècle, on fabriqua généralement du linge sans couture d'une largeur *double* des toiles ordinaires.

(6) Environ trente-un grammes.

(7) *Lanfait, lanfais* ou *lanfer*. On distingue, dans la filasse du chanvre, une sorte de bourre grossière et peu solide nommée *étoupe*, et des filaments longs et très résistants, dont on forme un fil appelé autrefois *lanfais* ou *lanfer ;* d'où il suit que la belle toile était la toile de *lanfer* dite aussi *toile de brin* parce qu'elle était fabriquée avec le *brin* du chanvre, c'est-à-dire les filaments de choix. Ménage, dans son Dictionnaire, donne comme étymologie du mot *lanfais, lanificium* (travail de la laine).

Digitized by Google

culotte de peau de mouton, une petite vieille courtepointe de toille imprimée, trois vieilles paires de bas de laine de différentes couleurs avec une autre paire de bas de cotton *(sic)* ayant servy à l'usage du deffunt, une vieille paire de soulliers *(sic)* et trois vieils chapeaux ayant servi à l'usage du deffunt.

Item. — Un garde sendre *(sic)*, deux petits landiers et une paire de pince de fer.

Item. — Une épée à poignée d'argent avec son ceinturon de cuir, un couteau de chasse aussy avec son ceinturon de cuir, une paire de pistollets *(sic)* garnis de jaune (1).

Item. — Un grand buffet de bois fermant à deux vollets avec la clef que nous aurions trouvée dans le buffet cy devant répertorié, de laquelle clef, après avoir fait ouverture dud. buffez *(sic)* cy est trouvé les meubles qui en suivent

Et *Premièrement*

Un chapeau ayant servy à l'usage du deffunt.

Item. — Huit draps de toille de *lanfais* de deux toilles, plus un autre drap de deux toilles.

Item. — . . . . . .

(Ici suit la nomenclature d'un certain nombre d'autres pièces de lingerie : draps, serviettes, *tès* d'oreiller, chemises, *doubliers*, etc., ainsi que l'énonciation des « habits de lad. veuve » (robes, juppes *(sic)*, et d'une nouvelle série de plats, assiettes, écuelles, sallières *(sic)*, plat à barbe en étain fin ou commun.

Item. — Une veste de cotton ayant servy à l'usage du deffunt avec une culotte de peau de velou *(sic)* ayant servy à son usage et une autre veste de brin de jonc.

Item. — Neuf chemises de toille et dix cravattes *(sic)* ou tours de col de toille ayant servy à l'usage du deffunt, une paire de bas de laine à usage d'homme..., quatre cravattes ou tours de cou de toille, deux mouchoirs de poche de cotton.

Item. — Se sont trouvés les livres dud. S^r des Rondeaux dont la teneur en suit :

Primo

Une *pharmacopée de Lemery*, in-quarto.
Un *traité d'accouchement* par Moriceau (2), in quarto.
Un *dictionnaire Royal*, in quarto.
Institu (sic) *de médecinne*, par Hermann, in quarto.
Lexicon de Scapula (?) in quarto.
Un *Mathiolle*, vieil in folio sans couverture.
Un Officina, in-octavo.
Chymie Lemery, in-octavo.
Un anatomie d'Heister, in-octavo.
Les Œuvres de Guyber, in-octavo.
Dissertation de Chicot, in-octavo.
Anatomie de Laurens, in-octavo.
Un livre Fernel, in-octavo.
Chyrugie (sic) *d'Acquapendente*, in-octavo.
L'École de Salerne, in-octavo.

(1) Cuivre.
(2) Mauriceau.

Digitized by Google

La Chyrugie (sic) *Du Vivier*, in-octavo.
Item. — *La Médecinne* (sic) *naturelle de Hecquet*, deux volumes in-douze.
— *La Médecine des Pauvres*, un volume in-douze.
— *Traité de la digestion*, un volume in-douze.
— *Traité des médicamens de Boerhaave*, un volume in-douze.
— *Traité des eaux minéralles*, un volume in-douze.
— *Traité des opérations de Verduc*, un volume in-douze.
Item. — *Des Bains et Eaux minéralles* (sic), un volume in-douze.
— *Ostéologie de Verduc*, un volume in-douze.
— *Maladie egue* (1), un volume in-douze.
— *Anatomie de Lamy*, un volume in-douze.
— *Observations sur les fulures despau*, un volume in-douze.
— *Chyrurgie de Chauliac*, un volume in-douze.
— *Un chyrurgie de Clerc*, un volume in-douze.
— *Traité du Caffet* (sic), par *Dufour*, un volume in-douze.
— *Compendium de* . . . (2), un volume in-douze.
— . . . . . (3), un volume in-douze.
— *Traité de la Peste*, par *Jean Sucan (?)*, un volume in-douze.
— *Questions anathomiques de Bernier*, in-douze.
— *Les deux premiers volumes de Baillou*, in-douze, *et le quatrième volume*, in-douze.
— *Une* vieille *Semaine Sainte* in-ving (sic) quatre.
— *Le premier thome de la Physique de Rohault.*
— *Second thome des Maladies de Helvétius.*
— *Premier thome d'Horace.*

Tous lesquels volumes sont vieils, en partie couverts de parchemins et le reste couverts en veau.

Et étant ce qui cest *(sic)* trouvé dans le placard, lesquels livres ont été laissés dedans et en avons laissé la clef entre les mains de la dame veuve.

Item. — Un bahut couvert de cuir, garni de clous jaunes, fermant avec la clef duquel après qu'il en a été fait ouverture cy est trouvé. . . . . (4)

Item. — Une vieille paire de bas de soyë ayant servy à l'usage du deffunt.

L'inventaire comprend encore, sous le même numéro, des vêtements de femme et divers objets, tels que miroir, flambeau, tapis de point de Hongrie, table « en auvalle », chaises de bois *enfoncées* de paille, petite « quesse » de bois de chêne dans laquelle on a « remarqué plusieurs papiers ».

» Ce fait, nous nous sommes transporté dans le grenier de dessus la d. chambre où étant entré avec la ve et parens nous aurions remarqué un tas de bottes de foin dont la d. veuve a déclaré qu'il peut y avoir cent cinquante bottes, duquel nombre ils lui en ont laissé vingt-cinq bottes pour nourrir la « cavalle ».

. . . . . .

Me Gosselin passe ensuite dans une chambre proche l'église Saint-Sauveur, appartenant à la succession du d. deffunt « ou étant entré présence des parens nous a été représenté les meubles qui en suivent :

(1) Pour *aiguë*.
(2) Mot illisible.
(3) Deux mots illisibles.
(4) Chemises, draps, serviettes, *doubliers, tès*, etc., dont l'énumération et le nombre n'ont aucun intérêt.

Digitized by Google

Et premièrement

(Suit la liste desdits meubles qui comprend : bois de lit « garny », coffre de bois de chesne, table, vieil buffait, pot de chambre d'étain, sommier, chandelier, chanvre, etc.)

» Et vu l'heure tarde nous avons clos et arrêté le présent sur les cinq à six heures du soir et renvoyé la continuation du present reportoire *(sic)* du consentement de la veuve et parens à demain sept heures du matin, à quoy il sera procédé de leur consentement en présence de Jean Claude François de Brossard, écuier, Sieur de Brevaux et de Jacques Malhere, bourgeois de Condé, témoins signés avec lad. Demoiselle veuve, led. sieur de Paruille, tuteur particulier, les d. Sieurs de la Bergerie et Bruzon, parens délégués, et led. Sr Chalopin. »

Signé : MARGRITE *(sic)* RADIGUET, DE BROSSARD, MAUFRAS, DAN. POISSON, CHALOPIN, J. MALHERE et GOSSELIN, notaire.

» Et le mercredy vingt troise jour de septembre mil sept cent trente-neuf sur les sept heures de matin suivant le renvoy par nous fait le jour d'hier avons procédé a dresser état et répertoire du restant des meubles dud. Sieur des Rondeaux présence et de la réquisition de lad. demoiselle veuve, présence du Sr Chalopin, oncle paternel, nous avons continué au restant des meubles à employer au présent, ainsi qu'il en suit :

Premièrement

» Nous nous sommes transporté dans la cave étant soubs la chambre cy devant expliquée, ou étant entré nous aurions trouvé les meubles cy après dénommés. . . . .

Ce sont des « fûts de tonneaux vides » l'un d'eux excepté dans lequel « il peut y avoir cent pots de cidre », un salloir, un « panneau à femme avec les sangles », un vieil coffre de bois, etc.

Item. — Lad. demoiselle veuve nous a déclaré qu'il y a une petite cavalle de poil rouge équipée de selle bride et licol de cuir appartenant à la succession du deffunt, qui fut prêtée le jour d'hier à Monsr de Brevaux écuier, une vieille

Digitized by Google

paire de botte *(sic)* molle de cuir avec une paire de botinne *(sic)* de cuir, une canne de brin de jon *(sic)*.

. . . . . .

» Pareillement led. Sr Bruzon nous a déclaré qu'il est saisi d'un crochet propre pour les accouchements ainsi que d'un sciot *(sic)* qu'il remettra aux mains de lad. veuve toutefois et quantes.

. . . . . .

» Pareillement, Isaac Bertaux, fermier, a moitié ainsi qu'il a déclaré de la ferme des Hayes située en la paroisse de Proucy, nous a déclaré qu'il y a sur lad. ferme deux vaches, deux veaux, l'un d'un an, lautre de cette année, desquels bestiaux il en appartient la moitié à la succession du deffunt plus trois ports *(sic)* de l'année dernière sur lesquels il n'en appartient que un quart à la succession.

» De plus déclaré qu'il y a une vergée et demie de terre ensemencée en sarazin qui nest encore point battu *(sic)*, et'a légard des pommes et poires croissantes aux arbres cette année led. Bertaux a déclaré les deux parts pour la succession du deffunt, l'autre tier *(sic)* pour lui nen pouvant dire la cantité *(sic)*. Ce qu'il a marqué ne pouvant signer.

» Et vu quil ne cest trouvé autre chose a employer au présent nous nous sommes retiré, le présent clos et arreté sur les dix heures du matin en présence de Jean de Cauville et Louis Loisellier, bourgeois de Condé, signés après lecture faite avec la veuve et lesd. parens.

» Controllé et scellé à Condé le vingt six septembre 1739, reçu dix huit livres neuf sols.

» *Signé :* LEROY, pr l'absence du commis. »

M. le Dr F. REGNAULT

à Paris.

LE MICROBISME DANS L'ONGLE INCARNÉ

— Séance du 13 août 1894 —

Les auteurs ont attribué l'ongle incarné à un grand nombre de causes : chaussures, tempérament lymphatique... Mais ils ont simplement énuméré ces causes sans chercher à en établir l'importance relative. Examinons-les successivement.

Influence de la chaussure. — Tous les auteurs l'ont regardée comme très importante. Dionis avait cependant noté l'existence de l'*ongle* incarné

Digitized by Google

chez les carmes déchaussés. Binaud (*Journal de Médecine de Bordeaux*, 26 novembre 1893) rappelle qu'on en a vu se produire chez des tuberculeux gardant le lit pendant de longs mois. Néanmoins, on a continué à accorder aux chaussures étroites un rôle prépondérant dans la pathogénie de l'ongle incarné.

Il suffit pourtant d'examiner, par exemple, dans un hôpital, un certain nombre d'individus à pieds déformés pour avoir sa conviction faite sur ce point. On sait que même les ouvriers, hommes ou femmes, se chaussent souvent très serrés, d'où des déviations accentuées du gros orteil en dehors et une courbure transverse de l'ongle, comme d'ailleurs Broca l'avait déjà notée autrefois.

L'abduction du gros orteil ne doit pas être regardée néanmoins comme causée par la chaussure, et chez les va-nu-pieds, le gros orteil peut être en légère abduction. Mais la chaussure exagère sans contredit cette abduction, toujours faible à l'état normal, et amène même le gros orteil à chevaucher au-dessus ou au-dessous du second doigt.

Dans une salle d'hommes de trente-quatre malades, nous avons reconnu dix-neuf fois une déviation accentuée du gros orteil : onze fois sans chevauchement, six fois avec chevauchement sous le second doigt et deux fois sur le second doigt.

Dans une salle de femmes contenant même nombre de malades, nous avons reconnu dix-sept fois une déviation accentuée du gros orteil : onze fois sans chevauchement, quatre fois avec chevauchement sous le second doigt, et deux fois dessus.

Toutes les fois que la déviation du gros orteil est prononcée, il s'ensuit une compression de l'ongle qui se courbe en griffe, les deux bords latéraux se rapprochant. L'incurvation est plus accentuée sur le bord externe quand le gros orteil est au-dessus du second doigt et plus considérable sur le bord interne quand le second doigt chevauche au-dessus du gros orteil ou quand il n'y a pas chevauchement.

En quelques cas, la courbure de l'ongle peut être extrêmement accentuée au point que la largeur de la courbe unguéale soit double de la corde qui le sous-tend. L'ongle entre profondément dans les chairs. Mais pourtant la peau reste intacte et ces cas si extrêmes n'offrent point d'ongles incarnés.

Nous avons questionné les hommes et les femmes à doigts déviés, leur demandant s'ils avaient souffert d'ongle incarné ; les réponses étaient constamment négatives.

Par contre, une femme à doigts plats et sans déviation avait eu un ongle incarné dans son enfance.

Depuis, nous avons souvent interrogé des personnes dont les pieds avaient été abîmés par les chaussures et dont l'ongle en griffe s'enfonçait littéralement dans les chairs, sans trouver d'ongles incarnés.

Digitized by Google

Si une cause capable de dévier le gros orteil et de modifier la courbure de l'ongle coïncide aussi rarement avec l'ongle incarné, c'est qu'elle est impuissante à l'amener à elle seule.

Sans avoir eu recours à cette démonstration directe, les chirurgiens avaient déjà noté que l'ongle incarné coïncidait souvent avec un ongle plat.

Constitution. — Il s'agit alors d'une variété d'ongle incarné que l'on observerait chez les lymphatiques. Poncet (*Cong. chir.*, 1888, p. 578), puis Waill (*Pathogénie de l'ongle incarné*, Lyon, thèse doctorat, 1888), ont mis ce fait hors de doute. Le gros orteil est épais, les chairs débordent un ongle petit et plat. L'état constitutionnel est tout ici, la chaussure est pour bien peu, sinon pour rien.

Rôle du microbisme. — Mais cette catégorie ne renferme pas tous les ongles incarnés. Il en est qui surviennent chez des sujets robustes non strumeux et à gros orteil plus ou moins abîmé par la chaussure. Celle-ci est-elle alors la cause du méfait? Les recherches précédentes montrent qu'il doit exister une autre cause. Je veux insister sur cette dernière, car il me paraît que les auteurs l'ont passée jusqu'à présent sous silence. C'est un traumatisme qui amène l'ongle incarné, traumatisme sur lequel le sujet ne vous renseigne que si vous le questionnez soigneusement.

Tantôt il s'agit d'une contusion du gros orteil; on lui a marché sur le pied ou il a reçu un coup.

Cette contusion n'amène pas alors de réaction inflammatoire violente. Il se développe un petit abcès entre la rainure de l'ongle et la peau, dont le sujet peut ne s'apercevoir que fortuitement. J'ai observé un cas où le patient a vu qu'il s'écoulait une goutte de pus en coupant son ongle. Cet abcès peut être suivi de bourgeons et l'ongle incarné est constitué.

D'autres fois la cause est plus singulière encore, le traumatisme est survenu, insignifiant en apparence, en se coupant les ongles. Les deux observations suivantes sont bien instructives sur ce point. La première est celle d'une jeune fille de dix-huit ans, sans antécédents rhumatismal ni tuberculeux, bien constituée, sans traces de scrofule et qui, bien que se chaussant étroit, n'avait ressenti jusqu'alors aucun inconvénient grave. Un mois avant de venir consulter, elle se fit couper les ongles par la cuisinière. Celle-ci s'y prit mal et fit couler un peu de sang. A la suite, le bord externe de l'ongle se mit à suppurer et les chairs bourgeonnèrent.

Un autre malade, âgé de vingt-trois ans, vigoureux, qui avait, étant jeune, porté des chaussures étroites, mais depuis six à sept ans s'en faisait faire de larges sur mesure, a vu son ongle incarné survenir comme il suit. Un mois avant de consulter, il se fit couper les ongles par un pédicure

Digitized by Google

attaché à l'établissement de bains. Huit jours après, il remarquait que le bord externe de l'ongle suppurait.

Il présentait, au moment de l'examen, l'aspect typique bourgeonnant de l'ongle incarné.

Dans ces deux cas, on voit nettement le début par l'inoculation du microbe pyogène. Cette inoculation a été la grande coupable, car l'état de santé des sujets ne laissait rien désirer et, d'autre part, la compression par les chaussures était faible et n'avait jusqu'alors rien occasionné.

Les auteurs ont peu insisté sur ce rôle des microbes. M. Nicaise a pourtant indiqué l'envahissement de la plaie de l'ongle incarné par des microbes *(Revue de chirurgie*, 1893, p. 949, *De l'ongle incarné)*, mais sans penser que cette infection pouvait être primitive.

L'ongle incarné peut donc tenir à deux causes :

L'état général du sujet : lymphatisme;

Infection primitive de la rainure de l'ongle.

La compression par la chaussure peut amener la déformation de l'ongle, mais est, à elle seule, incapable de provoquer l'ulcération de la peau.

Conséquences thérapeutiques. — Cette pathogénie de l'ongle incarné a un grand intérêt pour l'indication du traitement.

Les chirurgiens ne voient trop souvent dans l'ongle incarné qu'une occasion d'enlever l'ongle et ils ont multiplié les procédés plus ou moins ingénieux. Et cependant, c'est une opération souvent longue à guérir, et j'ai vu des opérés ne pouvoir remettre leurs chaussures avant un et deux mois.

Or, quand il s'agit d'onyxis primitivement infectieux, je suis persuadé que bien souvent un traitement palliatif suffira à faire rétrocéder la maladie. Je n'ai pas encore observé un assez grand nombre de cures, mais j'ai vu à deux reprises un ongle incarné, amené par une contusion, guérir en quelques jours par des bains phéniqués d'une heure le matin et une heure le soir, l'ongle étant coupé au ras de la peau et les parties suppurantes ainsi bien dégagées.

Par contre, un charretier de trente et un ans, qui douze jours auparavant avait reçu une pierre sur le gros orteil, avait vu à la suite de ce traumatisme se développer un petit abcès à la partie interne de l'ongle. Il entra à l'hôpital dans un service de chirurgie. On diagnostiqua ongle incarné, car il y avait une surface suppurante à la rainure de l'ongle et on pratiqua l'extirpation. Ce malade aurait sûrement guéri avec le simple traitement antiseptique.

Sans doute, tous les ongles incarnés ne peuvent pas guérir aussi aisément. Les vieux ongles incarnés invétérés et ceux qui surviennent chez des lymphatiques se trouveront bien de l'opération.

Digitized by Google

Mais, quand l'ongle incarné est récent, s'il paraît consécutif à un traumatisme, on devra essayer les bains phéniqués prolongés et les pansements phéniqués humides, l'ongle étant coupé au ras de la peau. Si ce traitement n'amène pas la guérison, on sera toujours à temps, au bout d'une dizaine de jours, d'extirper l'ongle. On opérera au moins un doigt propre et antisepsié.

M. le Dr BILHAUT

à Paris.

TRAITEMENT CHIRURGICAL DE LA COXALGIE

— Séance du 18 août 1894 —

Les recherches bactériologiques renouvelées depuis quelques années ont prouvé que les lésions désignées sous le nom de *tumeurs blanches* sont en somme des ostéo-arthrites de nature tuberculeuse. Cette découverte est de la plus haute importance, car elle permet de bien comprendre le processus anatomo-pathologique de ces affections et d'en tirer les plus précieuses indications sur le traitement qui doit leur être appliqué.

Rien n'est plus confus que la description des tumeurs blanches, telle qu'on la faisait il y a seulement vingt ans. Les opinions les plus invraisemblables étaient émises par les divers auteurs. Ils faisaient les plus grands efforts d'imagination pour mettre péniblement debout la théorie de l'épanchement primitif; de la pression hydraulique exercée d'une surface articulaire à l'autre et concourant à la production de la luxation qu'on retrouve dans toutes les tumeurs blanches, quel qu'en soit le siège.

La pathologie moderne a fait table rase de toutes ces erreurs, et, grâce à des études approfondies, faites simultanément dans tous les pays qui tiennent la tête du progrès scientifique, la chose est désormais définitivement jugée.

Les chirurgiens américains, ceux de tous les pays d'Europe, admettent comme une vérité démontrée, que les tumeurs blanches sont bien d'origine tuberculeuse. A ce titre, qu'il me soit permis de proclamer hautement que la science française doit aux remarquables travaux du professeur Lannelongue de tenir la première place dans l'étude des ostéo-arthrites tuberculeuses.

Digitized by Google

La coxalgie est donc l'ostéo-arthrite tuberculeuse de l'articulation de la hanche, et son nom réellement scientifique doit être : *coxo-tuberculose*.

Fréquente dans le jeune âge, au moment où l'enfant ne sait prévenir les chutes qu'occasionnent ses jeux, ses exercices, elle devient de plus en plus rare avec les années.

Une fois déclarée, cette affection parcourra, dans certains cas, trois périodes, quelquefois deux, plus rarement une. Ces périodes sont bien celles qui ont été indiquées par les auteurs anciens.

A la première correspond la claudication légère, la douleur dans l'articulation du genou, la douleur à la pression au niveau du grand trochanter, un léger amaigrissement du membre malade, et des douleurs nocturnes qu'explique un certain degré de contracture musculaire.

A la seconde période, on trouve une atrophie musculaire plus prononcée, une claudication très manifeste et souvent même l'impossibilité absolue de marcher, tant sont aiguës les douleurs ressenties au niveau de la hanche. Déjà la subluxation du fémur s'est produite; elle se traduit par un gonflement périarticulaire, la rotation du pied en dehors et aussi par l'impossibilité de produire le mouvement d'abduction.

La cuisse se fléchit sur le bassin, l'ensellure lombaire apparaît. Les ganglions inguinaux sont volumineux et durs au toucher; des abcès tuberculeux surviennent. Le malade s'émacie, son état général s'aggrave. Et cependant tout peut encore se terminer par la guérison.

Dans la troisième période, les désordres s'accentuent encore : la hanche prend la forme d'un manche de gigot, l'ensellure lombaire est énorme. Les muscles se sont encore réduits de volume; le membre s'infiltre. La tête fémorale est détruite en totalité ou en partie, la cavité cotyloïde est agrandie, son cartilage de revêtement s'est résorbé, la capsule articulaire a disparu : il ne reste à l'articulation ni ligaments passifs, ni rapports de forme entre l'extrémité supérieure du fémur et la cavité qui, normalement, doit la recevoir. La luxation est la conséquence forcée d'un tel état de choses. Aussi, voit-on le fémur remonter plus ou moins haut dans la fosse iliaque externe et le membre se mettre en rotation interne. L'impotence fonctionnelle est absolue tant que durent les douleurs. Des abcès se produisent autour de l'articulation envahie, sans siège d'élection proprement dit. On les voit s'ouvrir à la face interne de la cuisse, à la fesse, à la marge de l'anus; quelques-uns, issus ou non de la cavité cotyloïde, gagnent le péritoine, l'envahissent, ou provoquent des adhérences avec l'intestin, avec la vessie et s'ouvrent dans ces organes. Le malade s'affaiblit de plus en plus, des auto-inoculations se font dans des points parfois très éloignés et on voit le coxalgique s'éteindre dans le marasme ou succomber aux suites d'une tuberculisation aiguë, soit des méninges, soit des poumons.

Parfois on trouve une dégénérescence amyloïde des reins, du foie; par-

Digitized by Google

fois les vaisseaux du voisinage sont envahis par le progrès de la tuberculose, ils s'érodent, s'ulcèrent et le malade peut mourir des suites d'une hémorragie foudroyante.

Dans les cas les plus favorables, le malade guérit en conservant un membre très déformé, luxé en haut et en arrière, inutilisable pour la marche, au moindre choc exposé à des poussées nouvelles. Si le traitement n'a pas été bien dirigé, il y a une ensellure lombaire énorme : c'est un infirme!

La caractéristique de ces sortes d'affections est en général de progresser sans cesse; la lésion du squelette est presque toujours la lésion initiale; c'est dans l'os que le tubercule se développe de préférence, car il est rare que la synoviale articulaire soit envahie la première. Quoi qu'il en soit, elle ne tarde pas à être atteinte, puis vient le tour des parties molles, tissu cellulaire, tissu musculaire, gaine des vaisseaux, gaines des nerfs. C'est sans doute à l'envahissement des gaines nerveuses que l'on doit de constater, dès le début, une tendance à l'atrophie musculaire.

Voilà, Messieurs, à grands traits les principales phases de la coxo-tuberculose et ses principaux symptômes.

Or, quelle doit être la règle du chirurgien qui se trouve appelé à donner des soins à un malade atteint de coxo-tuberculose? Il devra s'efforcer de guérir l'affection locale, de restituer au membre malade toute la somme de mouvement possible. Le pourra-t-il? Oui, sans aucun doute s'il est appelé dès le début du mal, si ses prescriptions rigoureuses sont suivies, si le malade est docile.

Le diagnostic devra donc être fait aussitôt que possible. Dès qu'un enfant boite de la hanche, qu'il offre à l'oreille, plus encore qu'à œil ce que Marjolin appelait le *signe des maquignons*, il n'y a pas à hésiter à établir le traitement de la coxalgie. Or, ce traitement consiste dans l'*extension continue*, elle seule peut rendre à l'articulation sa souplesse, combattre efficacement la contraction qui, sans cela, va devenir le facteur le plus puissant de la déformation. Cette contraction qui porte sur les muscles pelvi-trochantériens ne tarderait pas à déterminer l'ulcération par compression des surfaces osseuses articulaires, et à leur donner une forme qui rendrait impossible le maintien de leurs rapports; il faut donc à tout prix la faire disparaître et de même que l'on met fin à une crampe en étendant les muscles jumeaux et soléaire, de même vous mettrez fin à la crampe, ou contracture musculaire, par l'extension. Mais, comme la cause de la contracture est permanente, il faut que l'extension soit permanente aussi, c'est-à-dire continue.

Laissez-moi, Messieurs, éclaircir devant vous un point d'histoire : le moment ne saurait être mieux choisi, vous pourrez en juger. Il est d'usage de répéter que la méthode de l'extension continue nous vient d'Amérique et que c'est aux chirurgiens de ce pays que nous en sommes redevables.

Digitized by Google

Rien n'est moins vrai; c'est en effet un chirurgien français qui nous a dotés de ce puissant moyen thérapeutique, et ce savant, dont quelques-uns d'entre nous pourraient ignorer le nom, a laissé un souvenir impérissable dans la ville qui donne aujourd'hui hospitalité au Congrès. L'auteur de la méthode de l'extension continue, et je dis à dessein le mot méthode, c'est Le Sauvage, chirurgien de l'Hôtel-Dieu de Caen. Il est juste de rendre hommage à sa mémoire, et, personnellement, je rends justice à ce savant.

Grâce à l'extension continue, on peut, dans les cas de coxalgie observés dès le début, obtenir une guérison complète, avec conservation presque intégrale des mouvements de l'articulation. De nombreuses observations personnelles en font foi. Elles sont corroborées par les nombreux faits observés dans le service du professeur Lannelongue et publiés par le docteur Coudray. Les résultats sont tels, d'après cet auteur, que depuis l'application de l'extension continue aux malades dans la première période de la coxalgie, les indications de la résection ne se posent plus.

Il n'est pas besoin d'obtenir un écartement considérable des surfaces articulaires, pour atteindre le but. Ce mode de traitement allonge les muscles, les accolle contre le squelette; il exerce par là-même une compression sur les produits tuberculeux. Ceux-ci gênés dans leur évolution, contenus par la compression, ne peuvent se développer; aussi disparaissent-ils par voie de résorption.

On a accusé, *a priori*, ce moyen d'être difficile à supporter : on a craint que l'application des poids nécessaires à l'extension ne fût un supplice ayant quelque analogie avec le boulet rivé au pied du forçat. Heureusement la clinique nous démontre avec quelle facilité les malades s'en accommodent. Cela est tellement vrai qu'il n'y a pas de petit malade soumis par moi à ce traitement, à qui je n'aie entendu réclamer et souvent, impérieusement, le replacement des poids d'extension, quand, pour un motif ou pour un autre, on avait dû le supprimer pour quelques instants.

L'extension continue fait disparaître la douleur locale; mais de plus, elle est résolutive, soit qu'elle doive son action à la cessation de la contracture, à la force de compression, à l'élongation des vaisseaux et des troncs nerveux, soit qu'elle produise des effets physiologiques et thérapeutiques dont l'interprétation nous est encore inconnue.

Quoi qu'il en soit, si cette méthode est appliquée de bonne heure, on verra se multiplier les cas de guérison, avec conservation des mouvements, mais il ne faut pas se le dissimuler, c'est là un traitement de longue durée, demandant des mois et des mois, et qui ne saurait prendre fin qu'au moment où la douleur locale aura disparu sans retour, depuis plusieurs mois.

L'appareil de Lannelongue est de beaucoup le plus simple, le plus facile à appliquer; il est maintenant suffisamment connu pour qu'il me soit superflu d'insister.

Digitized by Google

La seconde période nous présente un ensemble symptomatique beaucoup plus grave et nécessite des considérations spéciales.

S'agit-il simplement d'un membre dévié, c'est-à-dire placé en attitude vicieuse, avec conservation de quelques mouvements, mais sans trace d'abcès? Souvent encore, dans ce cas, l'extension continue suffira à faire récupérer la position normale : c'est encore à elle qu'il faut recourir; mais elle peut être impuissante à produire la correction. Dans ce cas le chirurgien doit avant tout remettre la cuisse en bonne position. Il ne faut pas se le dissimuler, ce redressement a un quantum de gravité dont la famille des malades doit être prévenue. Souvent le redressement nécessite la rupture d'une ankylose déjà marquée; les tissus rétractés doivent céder, et partant se diviser; des vaisseaux sont ouverts : ce sont autant de voies nouvelles de pénétration du bacille tuberculeux, et il n'est pas rare de voir des abcès apparaître immédiatement après les manœuvres de redressement. — On recourait autrefois à ce qu'on appelait le redressement brusque.

Je ne saurais trop recommander le procédé de douceur ; le malade sera anesthésié, et quand la résolution sera obtenue, il faudra produire des mouvements très limités d'abord, puis, peu à peu, d'intensité croissante, et sans grands efforts.

Une sage lenteur est mille fois préférable aux manœuvres violentes. Toutes ces précautions ont pour but de ménager la susceptibilité de l'articulation atteinte. Le malade est soumis ensuite à l'immobilisation, car sa hanche est fixée à l'aide d'un bon appareil plâtré.

Malheureusement, malgré tous ces soins, des abcès apparaissent dans la majorité des cas, et leur traitement va solliciter l'attention du chirurgien et lui faire un cas de conscience de la détermination à prendre.

Doit-on ponctionner ces abcès? Doit-on les injecter avec le naphtol camphré ou avec l'éther iodoformé? Ne doit-on pas plutôt les ouvrir, les curer en pénétrant jusqu'au foyer tuberculeux?

On a obtenu quelques succès, et de nombreux revers avec les ponctions et les divers liquides injectés. Elles ne peuvent réussir que dans les abcès tuberculeux dont le point de départ est déjà guéri : ces abcès sont isolés du foyer initial et on comprend pourquoi et comment le succès a été obtenu. Mais à côté d'un abcès froid de ce genre, combien y en a-t-il qui restent en contact intime avec la lésion osseuse, avec la tête fémorale déjà bien altérée, avec le cotyle en partie détruit? Dans ce cas, l'échec est certain, la ponction suivie d'injection modificatrice est sans effet : l'abcès se reproduit après chaque ponction, jusqu'au jour où l'infection se faisant du dehors à la faveur de la pénétration d'un staphylocoque pyogène, on assiste au développement d'un abcès à marche aiguë. Souvent aussi, la membrane tuberculogène de ces collections est si épaisse qu'elle ne peut être suffisamment modifiée par le liquide antiseptique injecté. L'action de l'injection s'épuise

Digitized by Google

et le processus tuberculeux n'en devient que plus actif. Tous ces moyens sont d'ailleurs d'une lenteur désespérante, et quand on songe à la nécessité de maintenir le malade au repos dans le décubitus dorsal, de le confiner pendant les longs mois de la mauvaise saison dans une chambre où les fonctions de l'hématose sont défectueuses et tout cela sans savoir si l'issue sera en définitive réellement favorable, il y a lieu de chercher un moyen plus certain.

Chez les malades atteints d'abcès tuberculeux au cours de la deuxième période de la coxalgie, je n'hésite pas à pratiquer un large débridement suivi d'un nettoyage sérieux à la curette tranchante. Cela ne suffit pas ; il faut trouver la lésion initiale quand elle communique avec le foyer du tubercule ; il faut en mesurer l'importance et si les lésions sont assez avancées pour ne point permettre d'espérer une guérison certaine, il faut, sur l'heure, procéder à la résection sous-périostée. Le professeur Ollier a démontré tout le parti qu'un chirurgien peut tirer de ces sortes de résections ; elles permettent d'abraser les fongosités, de nettoyer le fond du cotyle si souvent altéré, de faire la toilette complète du champ opératoire, et, grâce à la conservation du périoste on voit se reproduire un os nouveau, un peu plus grêle et plus court que l'ancien, mais d'autant plus utile que par le fait de l'action des muscles il a tendance à s'incurver en dedans et à reconstituer par là même une nouvelle et solide articulation.

Ces résections se font dans des conditions merveilleuses à cette période de la coxalgie ; je les ai pratiquées à diverses reprises et je les conseille avec d'autant plus de conviction qu'elles ne m'ont donné aucun échec et que les résultats obtenus sont des plus satisfaisants.

Deux jeunes sujets atteints de coxalgie à la seconde période, et réséqués dans ces conditions marchent aujourd'hui sans béquilles, sans canne et avec une claudication peu marquée. Pour l'un, la longueur d'os réséqué a été de 5 centimètres ; pour l'autre elle fut de plus de 7 centimètres. La guérison totale a été obtenue en trois mois environ.

Peut-on maintenant comparer avec ceux-là les résultats des autres traitements ?

Dans la troisième période, nous avons vu que la tête fémorale a disparu à peu près complètement et ce qui en reste ne peut être réduit puis maintenu dans la cavité cotyloïde démesurément agrandie. Le plus souvent des abcès se sont fait jour à l'extérieur, ils donnent issue à un pus mal lié, qui ne cesse de sourdre par les fistules. Ces cas ne sont justiciables que d'une opération radicale ; la résection s'impose et plus tôt on la pratiquera, meilleurs en seront les résultats. En effet, plus tôt on interviendra, plus on aura de chances de trouver un périoste non détruit, et partant, apte encore à faire une bonne réparation osseuse. L'affaiblissement du malade sera moins grand et celui-ci pourra mieux faire face au choc opératoire. En

Digitized by Google

supprimant le foyer tuberculeux, on met fin aux menaces d'envahissement de l'organisme; on évite la dégénérescence amyloïde, en un mot, on place le malade dans les conditions les plus favorables pour la guérison.

On pourrait objecter que dans certains cas, le choc opératoire peut être terrible pour un organisme aussi fragile que l'est celui d'un patient arrivé à cette période.

Certains chirurgiens hésitent à pratiquer la résection de la hanche chez les sujets débilités. Leur pratique, disent-ils, leur a appris qu'il se produit parfois un choc terrible.

Je ne partage point absolument ces craintes, et s'il ne faut pas opérer les sujets épuisés, il ne faut pas attendre non plus que l'épuisement soit un fait accompli. Temporiser outre mesure est le pire traitement. L'opération peut se faire rapidement et avec une perte de sang des plus minimes, quand on a souci de faire l'hémostase. Or, grâce aux pinces hémostatiques dont Péan a généralisé l'emploi, ce résultat est facile à obtenir.

Le choix de l'incision a aussi une grande importance, et, à ce sujet, le remarquable *Traité des Résections* du professeur Ollier fournit tous les documents nécessaires pour résoudre le problème qui consiste à sectionner le moins possible de ligaments actifs, et à ménager les vaisseaux et les troncs nerveux.

Je dois ajouter qu'il est facile de remonter l'état général des malades avant l'opération. J'ai pris l'habitude de leur pratiquer des injections de sérum artificiel, d'après la méthode du Dr Chéron, et je n'ai qu'à me louer de ce procédé. Ces injections sont reprises après l'opération et continuées journellement au moins pendant la première semaine.

Les résultats immédiats sont très remarquables : aux douleurs, à l'insomnie, à l'anorexie, succèdent le calme, le sommeil, l'appétit. Les malades opérés aseptiquement, pansés à l'iodoforme, sont simplement immobilisés dans la gouttière de Bonnet. Au bout de huit jours on les soumet à une extension continue réalisée avec des poids légers, dans le but d'allonger suffisamment les muscles de la cuisse et du bassin et de ne point laisser se raccourcir ni s'incurver outre mesure le fourreau périostique que je m'efforce de conserver dans son intégrité, en le décollant avec une rugine bien tranchante.

Je n'ai qu'un mot à dire du traitement médical : il a pour base l'huile de foie de morue, les phosphates alcalins et l'iodoforme que j'administre sous forme de granules. L'hygiène de ces malades sera aussi parfaite que possible ; on les maintiendra au grand air, et si leurs ressources le permettent, on les conduira à la mer ou aux eaux chlorurées sodiques, telles que Briscous-Biarritz, Salies-de-Béarn, Salins ou la Mouillière. Ce sont de très heureux adjuvants.

Des notions anatomo-pathologiques que je viens de rappeler, des faits

Digitized by Google

cliniques que j'ai sommairement relatés, découlent les conclusions suivantes :

1° *Dans la première période* de la coxalgie, et dès le début de cette affection, il faut recourir à l'extension continue. (Appareil de Lannelongue), même dans les cas douteux.

2° On évitera le renversement du pied en dehors ou en dedans, à l'aide de coussins de sable placés à droite et à gauche du membre.

3° *Dans la seconde période (a)*, il faut corriger la déviation et maintenir la réduction : l'extension par les poids permettra d'y arriver; *(b)* en cas d'échec, on recourra au redressement sous le chloroforme, tout en s'efforçant de ménager la susceptibilité de l'articulation ; *(c)* la fixation en bonne position sera assurée, grâce aux appareils plâtrés renouvelés suivant les besoins; *(d)* en cas d'abcès, il faut recourir à l'incision, au curetage, et au besoin à la résection sous-périostée, qu'il y a tout intérêt à faire aussi précoce que possible ;

4° *Dans la troisième période*, la réduction de la luxation étant illusoire, s'il y a des abcès, il faut une intervention radicale. La résection large, sous-périostée, autant que cela se peut, suivie d'abrasion des fongosités, d'enlèvement des séquestres est le seul procédé de choix. C'est à ce prix qu'on tarira les fistules et qu'on préservera l'organisme des auto-inoculations d'autant plus redoutables que tout concourt à les favoriser (foyer d'infection, anorexie, conditions hygiéniques défectueuses).

M. le Dr E. CHAUMIER

à Tours.

QUELQUES RÉFLEXIONS SUR LA VIRULENCE DU VACCIN DE GÉNISSE

— Séance du 14 août 1894 —

Le professeur Leoni, directeur de l'Institut vaccinal de l'État à Rome, a prouvé, il y a quelques années, que dans le vaccin de génisse frais on trouve un grand nombre de microbes dont plusieurs sont pathogènes (staphylocoques, entre autres).

Les éruptions post-vaccinales, les inflammations érysipéloïdes, les phleg-

Digitized by Google

mons, les suppurations précoces et de longue durée des pustules, etc., seraient dues à ces microbes.

Des recherches faites récemment en France ont pleinement confirmé la découverte du professeur Leoni.

Cette découverte aurait pu jeter le trouble parmi les vaccinateurs, si le même professeur n'avait indiqué le moyen de débarrasser le vaccin des microbes nuisibles. Ce moyen consiste dans le vieillissement de la pulpe vaccinale.

Des expériences faites à l'Institut de Rome ont prouvé que la pulpe telle qu'on la prépare dans cet établissement *conserve entière pendant quatre mois sa virulence spécifique; et qu'au bout de trois semaines ou un mois tous les microbes pathogènes ont disparu.*

Il faut donc, pour employer du vaccin pur, ne se servir que de vaccin ayant au moins trois semaines de date.

Le Dr Leoni ne livre aux vaccinateurs italiens que du vaccin ayant de un à quatre mois; et, comme il le dit lui-même, au vieil adage : vaccin frais, bon vaccin, il a substitué cet autre : vaccin vieux, bon vaccin; vaccin frais, mauvais vaccin.

Cette découverte, qui bouleversera les usages de certains instituts vaccinaux où l'on vaccine *de génisse à bras*, est appelée à rendre les plus grands services.

Je m'explique :

D'abord, on ne pourra plus inoculer du vaccin dangereux ;

Ensuite, dans les instituts on sera moins exposé à voir se produire des cas successifs d'atténuation progressive de la virulence du vaccin, cas se terminant un beau jour par la production du pus.

En vaccinant des génisses avec du vaccin vieilli, la pustulation est bien plus régulière et la virulence est plus grande. J'ai pu m'en convaincre maintes fois à l'établissement vaccinal de Tours.

Cet établissement, dans lequel on recueille chaque année assez de vaccin pour vacciner plus d'un million de personnes, est un vaste champ d'expériences.

J'y ai contrôlé un des résultats du Dr Leoni; résultat de la plus haute importance, car, sans lui, la méthode de vieillissement n'est plus possible.

Je veux parler de la longueur de temps de la conservation de la virulence.

J'ai vacciné des enfants avec du vaccin de dates différentes, le plus ancien ayant quinze mois. Jusqu'à onze mois j'ai eu de bons résultats; jusqu'à quatre mois, d'excellents. Mais il existe des différences assez grandes dans la virulence de ces vaccins d'âges différents; et le degré de virulence n'est pas toujours, comme on aurait pu s'y attendre, en raison inverse de l'âge du vaccin. Ainsi, sur deux vaccins de dix mois,

Digitized by Google

récoltés à un jour d'intervalle, l'un a donné d'aussi bons résultats qu'en donnerait du vaccin d'un mois; tandis que l'autre, tout en donnant des pustules sur tous les enfants vaccinés, n'en a donné sur chacun qu'un petit nombre.

D'où vient cette différence dans la virulence?

Voilà une question très importante; car cette différence ne pourrait-elle pas se rencontrer également entre plusieurs échantillons de vaccin relativement frais?

On peut, en effet, trouver des échantillons de vaccin frais ayant une atténuation telle de la virulence, que sur six inoculations on n'ait qu'une seule pustule; que sur plusieurs enfants vaccinés, quelques-uns ne présentent aucune pustule.

Les causes de cette atténuation viennent sans doute de cultures microbiennes développées sur l'animal en même temps que le vaccin.

Parfois on peut, comme je l'ai indiqué dans un mémoire que j'ai adressé à l'Académie de Médecine, diagnostiquer ce défaut de virulence soit sur l'animal, soit pendant la préparation de la pulpe glycérinée; mais, dans un grand nombre de cas, aucun symptôme ne vient éclairer le diagnostic.

Aussi est-il bon de prendre des précautions à ce sujet, sans quoi l'établissement vaccinal s'expose à livrer aux vaccinateurs du vaccin qui produira des insuccès; et cela est très grave pour les revaccinations, surtout en temps d'épidémie : des personnes sur lesquelles le vaccin n'a pas fait naître de pustules se croyant à l'abri de la variole.

Les précautions à prendre sont très simples : il suffit d'éprouver sur l'enfant la virulence du vaccin de chaque animal avant de le livrer aux vaccinateurs.

Cette épreuve se fait déjà dans certains instituts, notamment à Florence.

Comme conclusions, je dirai : La vaccination de génisse à bras doit être écartée comme dangereuse.

Elle peut donner des séries d'insuccès si la virulence se trouve atténuée sur certains animaux.

La pulpe glycérinée doit être seule employée. Lorsqu'on a affaire à une pulpe très virulente, elle conserve sa virulence au moins quatre mois; après dix mois, elle donne encore d'excellents résultats.

On ne doit pas employer la pulpe fraîche, mais seulement au bout d'un mois. Les établissements vaccinogènes ne doivent expédier cette pulpe qu'après s'être assurés sur l'enfant qu'elle a un haut degré de virulence.

Pour la vaccination des génisses on ne devra employer que de la pulpe vieillie très virulente.

Le vaccin, soit qu'on l'ait broyé au mortier, soit qu'on l'ait réduit en pulpe homogène à l'aide d'un appareil quelconque, devra être

Digitized by Google

conservé dans des flacons bien bouchés. Les tubes ne devront être emplis qu'au fur et à mesure des besoins, et toujours après s'être assuré du degré de virulence.

L'établissement de Tours, que j'ai fondé en même temps qu'un dispensaire d'enfants, afin que le revenu du premier fasse vivre le second, a adopté la manière de faire que je viens d'exposer, et maintenant il est tout à fait exceptionnel que le vaccin qu'on y prépare donne des insuccès, et il est tout à fait impossible qu'il soit la source d'accidents.

M. le Dr NOURY

Professeur suppléant à l'École de Médecine de Caen, Vice-Président de la Société de Médecine de Caen et du Calvados.

SUR LES GROSSESSES PROLONGÉES

— Séance du 14 août 1894 —

Le terme de grossesse prolongée est par lui-même assez vague, et cependant la question des accouchements au delà du terme normal a donné lieu à d'assez vives controverses. Le but de cette communication est de bien préciser ce qu'on doit entendre par *grossesse prolongée*, et de montrer que cette expression répond à une réalité au point de vue physiologique.

On peut diviser en deux catégories les auteurs qui ont touché à cette question. Les uns admettent l'existence des grossesses prolongées *physiologiques*. Pour les autres, la prolongation de la grossesse au delà du terme normal est la conséquence de divers états pathologiques, que le professeur Tarnier range sous trois chefs :

1° Rétention d'un fœtus mort *in utero;*

2° Tumeur utérine faisant obstacle à l'accouchement;

3° Grossesse extra-utérine.

Je me propose d'établir que la vraie grossesse prolongée peut exister, et s'observe réellement en dehors de toute altération pathologique, maternelle ou fœtale.

Mais, d'abord, que devons-nous entendre par grossesse prolongée ?

Digitized by Google

Les auteurs qui ont cherché à établir la durée normale de la grossesse, depuis le moment du coït fécondant jusqu'au début du travail sont arrivés à des résultats assez dissemblables. Les chiffres oscillent entre 265 et 280 jours. Pour expliquer cet écart, il est nécessaire de rappeler que les accoucheurs se partagent en deux camps relativement à l'époque à laquelle se produit la fécondation.

Les uns admettent que la fécondation s'opère dans les huit jours qui suivent la fin des règles, les autres veulent qu'elle ait lieu dans les huit jours qui précèdent leur apparition ; il semble établi, d'ailleurs, mais cela importe peu pour notre démonstration, que la femme peut, rarement il est vrai, devenir enceinte au milieu de la période intermenstruelle.

Prenons une femme bien constituée, d'âge moyen, et toujours régulièrement menstruée tous les vingt-neuf ou trente jours : supposons que cette femme ait eu ses dernières règles du 1er au 6 janvier. Les dates extrêmes entre lesquelles aura eu lieu la fécondation, quelle que soit la théorie adoptée, seront le 6 janvier et le 31 janvier. En prenant pour durée de la grossesse, le chiffre admis généralement comme moyenne, soit 270 jours, l'accouchement doit avoir lieu entre le 3 octobre et le 28 octobre. Dans l'un et l'autre cas, les règles normales auront manqué neuf fois entre le coït fécondant et l'accouchement. Si ce dernier n'a lieu que le 5 ou le 6 novembre, l'accouchement sera déjà notablement retardé d'après la première théorie ; il le sera légèrement d'après la seconde. Or, il est des cas, et des faits bien observés nous l'attestent, où le retard est encore bien plus considérable : un mois et même davantage.

D'une façon générale, on peut donc dire que la grossesse de durée normale est celle dans laquelle les règles, chez une femme régulièrement menstruée, auront manqué neuf fois consécutivement entre le coït fécondant et le début du travail.

Si les règles ont manqué plus de neuf fois consécutives dans cet intervalle, nous dirons qu'il y a grossesse prolongée. Cela revient à dire que, dans la grossesse prolongée, il peut y avoir et qu'il y a bien des degrés.

Les adversaires des grossesses prolongées auront beau argumenter ; en leur faisant la part belle, nous les amenons encore à accepter des grossesses de neuf mois et vingt-cinq jours ; les observations le prouvent. Ils peuvent arguer de la difficulté de préciser la date du coït fécondant dans l'espèce humaine : l'observation chez nombre de femmes qui n'ont pratiqué le coït qu'une seule fois leur répond victorieusement. Les observations des vétérinaires sur la race bovine viennent nous apporter un nouvel appoint. Ils invoquent alors un état pathologique hypothétique. Ici, je précise.

Pour qu'il n'y ait nulle équivoque, nous n'envisagerons que les cas qui répondront aux conditions suivantes :

Digitized by Google

Du côté maternel : Bonne constitution, menstruation régulière ; utérus bien développé, entièrement sain, sans tumeur du corps ni du col ; bassin normal ; pas de signes de travail à aucune époque antérieure au début de l'accouchement ; développement considérable du ventre.

Du côté fœtal : Enfant vivant au début du travail ; conformation régulière ; parties fœtales bien proportionnées ; diamètres du fœtus normaux ou régulièrement exagérés ; développement considérable des cheveux et des ongles.

J'ajoute que je n'attache qu'une importance secondaire à la date de l'apparition des premiers mouvements fœtaux et des battements du cœur fœtal, les uns et les autres même *perçus par l'accoucheur*. Les adversaires de la grossesse prolongée ont tiré de ces deux signes (et comment perçus !) les conclusions les plus contradictoires (V. *Thèse de Marcopoulos*, Paris, 1893.)

En un mot, nous exigeons rigoureusement que la mère et l'enfant soient dans des conditions absolument physiologiques.

Je tiens à faire remarquer ici que les auteurs qui refusent d'admettre la grossesse prolongée, dans l'impossibilité où ils se trouvent d'interpréter à leur gré certains faits bien observés, se contentent de les nier. (V. Estachy, *Critique médicale des grossesses dites prolongées*, Marseille, 1881.)

La dernière objection qu'on nous oppose est celle-ci : Vous savez la date du coït fécondant, vous ignorez le moment de la conception. A quoi je réponds : Nous en savons tout juste autant que vous ; nous ne sommes pas plus les uns que les autres dans les secrets du spermatozoïde qui arrive bon premier. Et d'ailleurs, croyez-vous qu'il ait le moyen de s'attarder bien longtemps en route?

Pour me résumer, je dis que rien ne vous autorise à affirmer que la grossesse prolongée *physiologique* est impossible *a priori*.

En second lieu, je dis qu'elle existe, en me basant sur l'observation clinique. Je ne prétends pas que les faits bien observés, bien probants, soient nombreux. En voici cependant, très brièvement résumés, parmi ceux que je considère comme tels.

Obs. I. — Duncan, *Med. Times and Gaz.*, 1877, cité par Marcopoulos, *loc. cit.* p. 33.

GROSSESSE DE DURÉE EXAGÉRÉE

Multipare dont les grossesses antérieures avaient duré : la première 300 jours, la seconde et la troisième 285 jours.

Cette fois la grossesse se prolongea sans rien offrir d'anormal, sauf le développement excessif du ventre, pendant 325 jours. Les dernières règles parurent le 15 janvier, l'accouchement eut lieu le 7 décembre.

Au milieu de mai, l'enfant avait commencé à remuer. L'accouchement dut être terminé au forceps, la tête fœtale restant engagée dans le petit bassin.

Enfant vivant, bien conformé, mais énorme.

Digitized by Google

Qu'on me permette de citer, à côté de cette observation d'un accoucheur éminent, la critique dont la fait suivre Marcopoulos :

« Je ne pense pas qu'on hésite à rejeter complètement cette observation. Parce qu'une femme est accouchée 322 jours après sa dernière menstruation, on ne peut conclure à une grossesse de 322 jours. Quant aux mouvements actifs du fœtus perçus par la femme vers le milieu de mai, c'est-à-dire juste quatre mois après la dernière époque menstruelle, nous ne pouvons prêter aucune confiance à ce renseignement.

Un point, c'est tout!

Obs. II. — Max Beusinger, *Centralblatt für Gyn.*, 1893.

GROSSESSE DE ONZE MOIS

Femme de vingt-sept ans ayant accouché deux fois spontanément à terme d'enfants vivants d'un poids normal. En mai 1892, avortement à deux-trois mois.

Dernières règles du 10 au 15 août. Au commencement de septembre, signes de grossesse; un examen médical pratiqué à cette date confirme l'état gravidique. Donc, accouchement probable fin mai.

Au mois de juillet, on constate un ventre très développé. Utérus médian, atteignant le creux épigastrique. Dos à gauche, petites parties en haut et à droite, etc. P. fœtal 130-140. Au toucher, col effacé, tête mobile à l'entrée du bassin, volumineuse, ossifiée. On ne trouve pas de suture. Accouchement spontané le 12 juillet après douze heures de travail. La tête passe facilement, grâce à une déchirure périnéale ancienne. Le passage des épaules est plus difficile. Placenta épais et large; peu de liquide amniotique.

Poids de l'enfant : 5 kilogs. — Longueur : 58 centimètres.

Obs. III. Personnelle. — Jeune fille entrée à la Maternité de l'Hôtel-Dieu de Caen, dans le service de M. Le Roy de Langevinière, en janvier 1881. — Un seul coït dans les derniers jours d'avril 1880. Accouchement régulier le 12 mars 1881. Enfant très volumineux. Il n'y eut avant cette époque rien qui ressemblât à un commencement de travail. Le ventre était énormément développé. Cette jeune fille nous raconta qu'elle avait toujours entendu dire que sa mère l'avait portée plus de dix mois.

Obs. IV. Personnelle. — Mme B..., vingt-quatre ans, toujours très bien et très régulièrement menstruée, a ses règles pour la dernière fois du 10 au 16 juillet 1887. Mariée le 27 juillet, elle est prise de vomissements chaque matin dès les premiers jours d'août. Elle ne voit pas ses règles, ni rien qui y ressemble, le 10 août. Sensibilité des seins. Développement régulier du ventre à partir de fin septembre, aréole, ligne brune. Premiers mouvements fœtaux perçus par la mère à l'époque de Noël. Premières douleurs le 18 juin. — Le 21 juin, la tête étant restée enclavée dans le plan du détroit supérieur, application de forceps (très laborieuse), sans résultat aucun, malgré des tractions soutenues pendant sept quarts d'heure. L'enfant, vivant au moment de l'introduction des branches, ne donne plus signe de vie. — Céphalothripsie. — Extraction de la tête, mais très grande difficulté pour le passage des épaules, qui s'opère au prix d'une déchirure incomplète du périnée. — Enfant très volumineux, très bien

Digitized by Google

conformé. Je n'ai pu le peser. — Longueur 61 centimètres; diamètre bisacromial, 13 centim. 1/2.

Obs. V. Personnelle. — Mme C..., vingt-deux ans, primipare (une fausse couche antérieure?) bien constituée, santé excellente, régulièrement menstruée. Dernières règles le 31 décembre 1892. — Grossesse normale, abdomen très volumineux. Premières douleurs le 17 octobre au soir, se continuent le 18 toute la journée et la nuit du 18 au 19. Rupture spontanée de la poche des eaux le 19 à huit heures du matin. Présentation S. I. G. A. mode des fesses, douleurs très suivies, violentes, pas de progression.

Je suis appelé le 20 au matin. Enfant vivant, cœur normal, état de la mère satisfaisant; fesse antérieure derrière le pubis. Après diverses tentatives pour abaisser la hanche antérieure, je fais donner du chloroforme, et introduisant la main droite tout entière dans l'excavation, je puis passer un lacs dans l'aine postérieure. Avant de commencer les tractions, je constate que la tête est située très haut dans l'hypochondre droit. Tractions sur le lacs, dégagement des fesses, puis du tronc, sans inflexion latérale; abaissement des deux membres antérieurs au-devant de la face, puis manœuvre de Mauriceau. Extraction de la tête très difficile; croyant percevoir nettement les mouvements de la langue, je fais rapidement une application de forceps sur la tête dernière, et en moins d'une minute j'extrais un enfant mort, que les tractions rythmées de la langue continuées avec persévérance pendant deux heures ne peuvent ranimer.

Enfant très volumineux, très bien constitué; longueur 62 centimètres.

Je crois que les enseignements de la clinique sont suffisamment clairs. Il convient de les rapprocher des résultats de l'observation dans l'espèce bovine, où il est facile de connaître exactement la date du coït fécondant. Deux vétérinaires, Tessier et Spencer, sont arrivés à des résultats absolument concordants : la durée de la gestation a varié entre 253 et 321 jours. Est-il donc illogique de supposer que des écarts analogues puissent se produire dans l'espèce humaine?

Au surplus, je n'ai pas la prétention de donner à cette question une solution définitive; mon but est beaucoup plus modeste : appeler sur ce point l'attention des accoucheurs, provoquer la publication de faits bien observés, sans parti pris, dussent-ils infirmer mes conclusions que je crois pouvoir formuler ainsi :

1. La grossesse prolongée *physiologique*, c'est-à-dire existant en dehors de tout état pathologique, de toute malformation maternelle ou fœtale, s'observe dans l'espèce humaine, aussi bien que dans d'autres espèces animales.

2. Il y a des degrés divers dans la grossesse prolongée; il est impossible de les évaluer rigoureusement.

3. En tout état de cause, les faits de cet ordre sont en concordance avec les dispositions du Code civil, et justifient la prudence du législateur lorsqu'il dit que « la légitimité de l'enfant né 300 jours après la dissolution du mariage *pourra* être contestée ».

Digitized by Google

MM. les Drs AZOULAY et F. REGNAULT

à Paris.

SUR UN MOYEN PRATIQUE D'EXAGÉRER LE TREMBLEMENT

— Séance du 14 août 1894 —

Le tremblement dans les différentes maladies nerveuses a été étudié au point de vue graphique; on a noté ses variations suivant que le membre est en repos ou en mouvement, son intensité, le nombre enfin des mouvements dans l'unité de temps.

Il nous paraît toutefois qu'il existe un point pourtant bien clinique et bien pratique, qui a, jusqu'à présent, été laissé dans l'ombre. C'est le moyen pratique d'exagérer le tremblement de façon non seulement à le renforcer s'il est faible, mais même à le faire apparaître s'il est insensible. Le procédé est bien simple et consiste à faire exécuter un effort au malade.

Sans doute, on sait que l'effort a pour effet d'exagérer le tremblement et on dit constamment aux alcooliques de faire le signe du serment en écartant les doigts pour voir si ceux-ci tremblent. Mais on n'a pas étudié d'une façon didactique l'influence de l'effort sur les diverses espèces de tremblements.

Nous nous sommes livrés à cette recherche. Nous avons pris de nombreux tracés de tremblement et à Laënnec et à la Salpêtrière, dans le service et avec l'assentiment du regretté professeur Charcot. C'est le résultat de ces recherches que nous publions ici.

Examinons d'abord la sclérose en plaques, c'est une des maladies sur laquelle on a le mieux étudié le rôle du tremblement, qui, nul au repos, apparaît et s'exagère par le mouvement. On sait, de plus, que l'émotion l'augmente; non seulement le mouvement, mais encore l'effort, en tant qu'il détermine une fatigue, provoque et exagère le tremblement.

Pour ce prouver, nous avons pris des tracés dans les circonstances suivantes :

1° Le membre repose sans effort tenant le trembleur dans la main. A un moment donné, on ordonne de serrer le trembleur, le tremblement apparaît.

2° On fait maintenir le bras en extension; cette attitude forcée fatigue et produit un tremblement (*fig. 1*, 1 et 2).

Digitized by Google

3° Le bras étant en extension, on dit de serrer le poing : le tremblement s'exagère. Il en est de même si on recommande de tendre la main.

Un fait en apparence contradictoire est le suivant : Si on dit à une

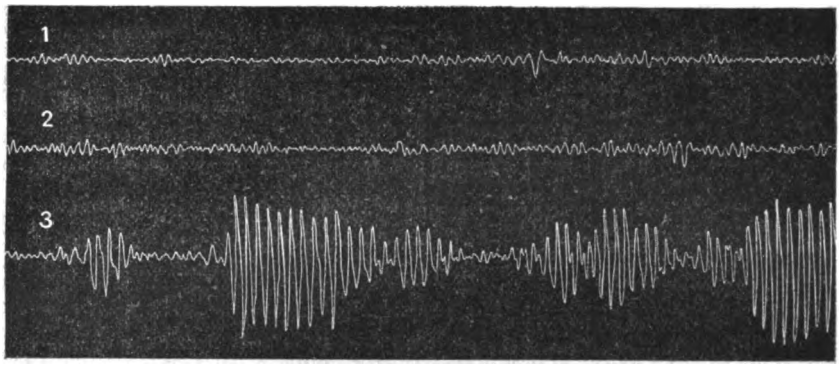


Fig. 1. — Sclérose en plaques. — 1. Bras droit mollement tendu. — 2. Bras droit fortement tendu. 3. Bras droit fortement tendu avec effort de la main gauche.

sclérose en plaques de serrer son nez, elle tremblera moins que si elle maintient l'index en contact avec son nez; mais l'action de serrer est en réalité moins fatigante, le malade ayant ainsi un point d'appui.

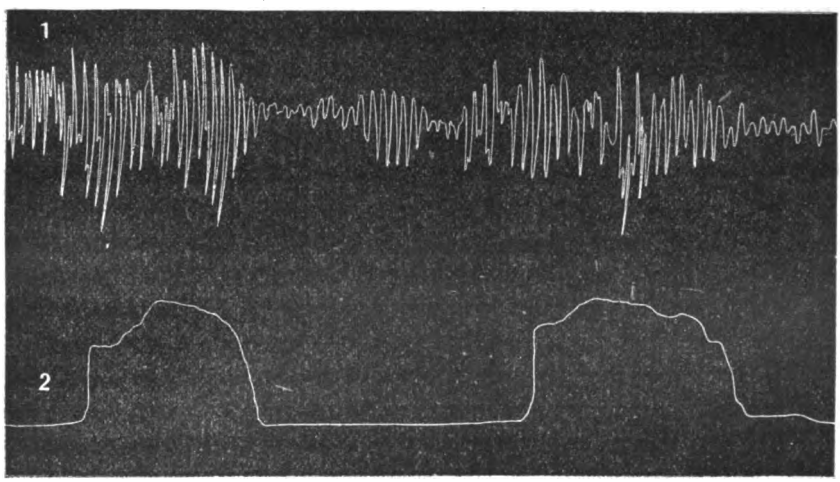


Fig. 2. — Sclérose en plaques. — 1. Main droite étendue. — 2. Main gauche fait effort.

Un fait connexe consiste à faire toucher le nez avec l'auriculaire au lieu de l'index : le tremblement sera beaucoup exagéré; le doigt étant moins habitué à des actes précis, il y a un effort et une tension d'esprit plus grands de la part du malade.

Digitized by Google

4° Mais une des particularités les plus importantes est l'influence de la synergie sur le tremblement.

On sait combien a intéressé et intrigué les médecins le signe fourni par Yendrassik. Le réflexe rotulien est exagéré si on dit au sujet de se prendre les mains l'une dans l'autre et de les serrer très fortement. Ce signe est en réalité susceptible de généralisation et est en particulier applicable aux tremblements.

Si on étend d'abord un bras, puis le second, on voit le tremblement s'exagérer dans le premier, quand tous les deux sont étendus.

Si, un bras étant étendu, on dit de faire avec l'autre une série d'efforts

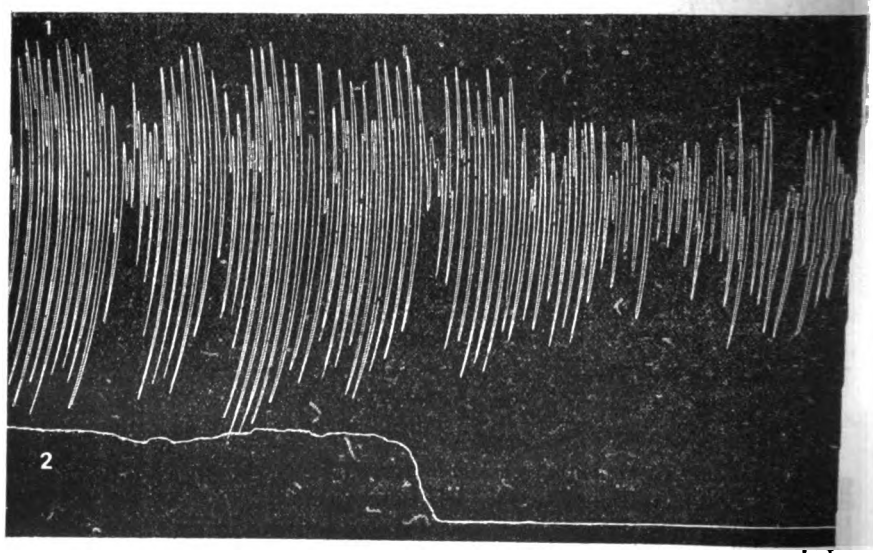


FIG. 3. — Paralysie agitante. — 1. Bras droit horizontal. — 2. Main gauche avec dynamomètre.

successifs, à chaque effort du bras au repos correspondra une exagération du tremblement du bras étendu (*3*, *fig. 1* et 1, 2, *fig. 3*).

On voit l'importance de cette étude au point de vue pratique pour dépister le tremblement quand il est peu accentué. On ordonnera au malade d'étendre un bras et de faire effort avec l'autre, ou de les étendre tous les deux avec effort.

Cette indication a d'autant plus d'importance que des tracés analogues peuvent être obtenus, au moyen des mêmes procédés, dans les paralysies alcoolique, hydrargyrique, hystérique, héréditaire, etc., etc.

Il est un tremblement qui, au premier abord, paraît faire exception à la loi générale : celui de la paralysie agitante. On dit couramment que le membre du paralytique agitant tremble au repos et que ce tremblement

Digitized by Google

cesse dans le mouvement. Il suffit de l'étudier de près pour noter qu'en réalité il obéit à la loi générale, et que l'effort prolongé et la fatigue ont sur lui la même influence que sur la sclérose en plaques.

Si on prescrit à un paralytique agitant de lever son bras et de le tenir horizontal, le tremblement diminue, il est vrai, au moment où le malade

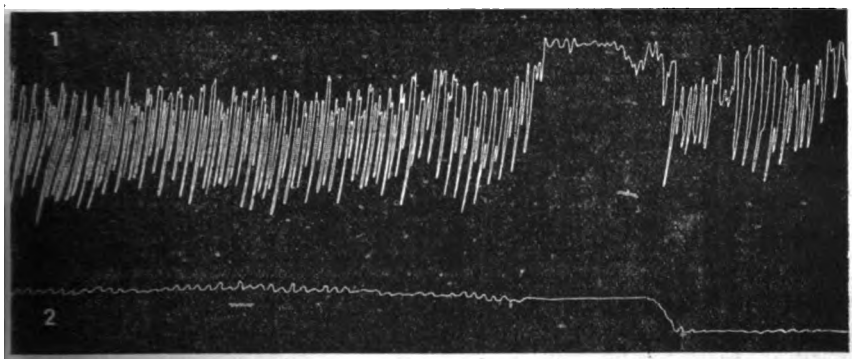


Fig. 4. — Paralysie agitante. — 1. Main droite posée. — 2. Main gauche avec dynamomètre.

lève son bras; le mouvement diminue donc le tremblement. Mais celui-ci augmente après quelques instants que le bras est maintenu en extension et le tremblement prend bientôt une amplitude plus grande qu'au repos.

La fatigue exagère donc le tremblement et on est en droit de dire simplement que l'exagération n'y est pas immédiate. De même quand on

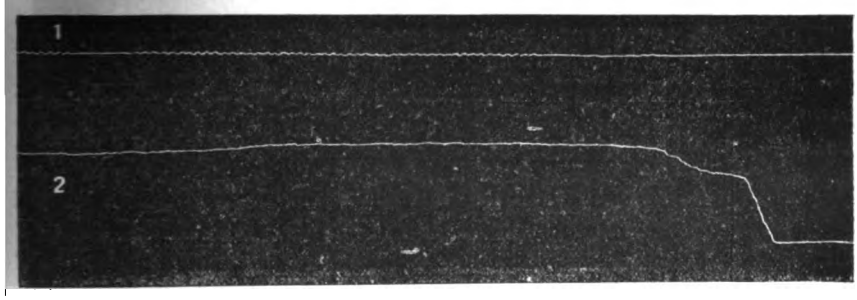


Fig. 5. — Paralysie agitante. — 1. Pied droit au repos. — 2. Main gauche serrant le dynamomètre.

abaisse le bras. Le tremblement diminue graduellement pour reprendre au bout d'un certain temps.

Les mêmes expériences que plus haut produiront d'ailleurs les mêmes résultats. Si le malade fait un effort au repos, le tremblement augmente d'amplitude et est plus rapide; cette modification ne se produit pas immédiatement.

Digitized by Google

L'action synergique n'est pas moins évidente.

Les tremblements prennent plus d'amplitude dans un des membres quand le membre opposé serre le dynamomètre *(fig. 3)*. Mais, de même, cette exagération ne se produit qu'au bout d'un certain temps. Elle est précédée d'une diminution si on dit très vite au malade de cesser de serrer *(fig. 4)*; on ne la percevra pas en certains cas.

Le cas de la veuve Bonnet, atteinte de paralysie agitante avec tremblement léger, est particulièrement intéressant.

Le pied droit au repos ne tremble pas, il se met à trembler au bout de quelques instants quand la main gauche fait effort *(fig. 5)*. Si on dit à la malade de tenir le pied droit sur sa pointe, le tremblement se manifeste *(fig. 6)*. Il s'exagérera si on fait faire un effort quelconque à la main droite.

Le tremblement ne se révèle pas quand les membres supérieurs sont au

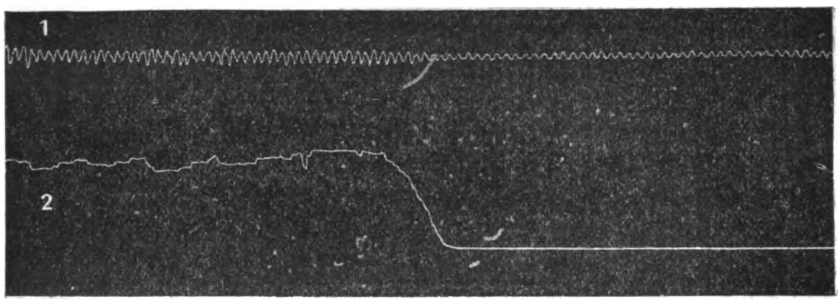


Fig. 6. — Paralysie agitante. — 1. Pied droit sur la pointe. — 2. Main droite avec dynamomètre.

repos ; or, ce tremblement se révèle quand la malade étend une main, ou encore par synergie, la main tremble quand elle fait effort de l'autre main.

Dans la paralysie agitante comme dans la sclérose en plaques, ces pratiques seront donc utiles pour dépister le tremblement dans les cas où il existe fruste ou très léger.

Ce genre de recherches pourrait prêter à d'autres considérations ; mais nous n'avons voulu insister ici que sur le point de vue pratique, nous bornant à signaler les autres conséquences qui pourront être développées dans des travaux ultérieurs.

Si on examine les tracés de tremblement de sclérose en plaques, on voit que l'augmentation du tremblement n'est pas exactement synchrone à l'effort, mais un peu postérieure; ce fait est net dans l'effort synergique.

Le nombre des tremblements peut, en quelques cas, s'exagérer dans l'effort. Dans un cas de paralysie agitante, le nombre des tremblements était plus grand pendant l'effort qu'au repos.

Digitized by Google

M. le Dr Gustave NEPVEU

Professeur à l'École de Médecine de Marseille.

NATURE ET PATHOGÉNIE DU BÉRIBÉRI

— Séance du 14 août 1894

De l'étude minutieuse de l'observation et des pièces d'un cas de béribéri que le Dr Clouard, médecin colonial de 1re classe, lui a envoyées du Sénégal, l'auteur tire deux sortes de conclusions : anatomiques et pathogéniques. (Voir *Marseille médical*, 1894 : *Du Béribéri*, avec planche, et thèse de Périot, Montpellier, 1894 : *Du Béribéri.*)

Au point de vue anatomique, le béribéri est : 1° une lésion infectieuse (dégénérescence granulo-graisseuse des cellules du foie, du rein, des fibres musculaires du cœur, de la myéline de certains nerfs); 2° le poison du béribéri agit aussi en produisant une masse énorme de jeunes cellules dans le tissu conjonctif des principaux organes (foie surtout, rein, rate, cœur, centres nerveux [Nepveu]) et spécialement la moelle épinière, le tissu conjonctif néoformé a une tendance sclérosique dans les cas graves; 3° le poison produit aussi une karyokinèse leucocytique considérable dans la rate et le sang des capillaires du foie. Toutes ces lésions, légères et réparables, dans la majorité des cas, ne sont qu'exceptionnellement graves et mortelles. Exceptionnellement aussi, elles peuvent être durables et, à ce dernier point de vue, il y aura lieu de rechercher à l'avenir si l'apparition de tant de jeunes cellules dans le tissu conjonctif des principaux viscères n'est pas parfois suivi de scléroses persistantes du foie, du rein, de la moelle épinière, etc.

Au point de vue pathogénique, il faut remarquer tout d'abord que le foie est, de tous les organes, le plus constamment atteint, que dans les cas graves les jeunes cellules, diapédésées ou embryonnaires, sont fort nombreuses sur la ligne biveineuse (portale et hépatique), ce qui indique que le point de départ de la lésion est le tube digestif.

En effet, les auteurs ont signalé de tous côtés toutes les *défectuosités de l'hygiène* (séjour sur un sol inondé de matières fécales (Firkel), agglomération, encombrement, prison, vie du soldat en campagne, vices d'alimentation, riz avarié, poisson gâté), *aggravées par les conditions singulièrement*

Digitized by Google

énervantes des climats tropicaux (Leroy de Méricourt); quelques-uns ont plus particulièrement pris à partie (Gile) les plaies de l'intestin et les hémorragies produites par l'ankylostome au contact de matières putrides.

L'existence d'un bacille dans le béribéri paraît être en bonne voie de démonstration. Le *bacillus beriberius* de Lacerda; 1885, le microbe de Cornelissen et Sigenoya, 1886; le bacille d'Ogata, 1888; les micro-organismes de Peckelhoung et Winckler; les bacilles de Masso et Morelli embarrassent peut-être par leur diversité; moi-même, j'ai pu signaler un long bacille dans le foie, et dans le poumon un coccus de moyen volume à côté du bacille de la tuberculose.

Les *recherches expérimentales* offrent plus de précision. Ogata (1888) inocula au lapin son bacille et reproduisit, comme plus tard Masso et Morelli (1893), l'ensemble des phénomènes nerveux observés dans le béribéri (abolition des réflexes tendineux, paraplégie, suffusions séreuses dans le péritoine et le péricarde, arrêt du cœur en diastole, etc.).

Toutes ces recherches rapprochent singulièrement le béribéri de ces *maladies infectieuses expérimentales à type spinal* produites chez le lapin par l'inoculation ou l'injection intraveineuse de streptocoques (G.-H. Roger, 1892-1893), de colibacilles (Gilbert, Lion, 1892; Thoinot et Masselin, 1894), de l'érysipelocoque (H. Bourges), de bacilles d'Eberth (Vincent), etc.

En résumé, les lésions du béribéri, ses causes connues jusqu'ici, son évolution et ce qu'on peut connaître de sa nature (bactériens et toxines), en font une *infection générale à type hydropique ou spinal* suivant que le foie, le cœur ou la moelle épinière, etc., sont plus ou moins touchés.

M. le Dr LANTIER

à Tannay (Nièvre).

OBSERVATIONS D'EMPOISONNEMENT PAR L'ARNICA ET PAR LES CHAMPIGNONS

— Séance du 14 août 1894 —

I

UN CAS D'EMPOISONNEMENT PAR LA TEINTURE D'ARNICA. — GUÉRISON

Obs. — Le 13 juin 1893, deux jeunes gens, âgés de dix-huit ans, furent surpris par un orage; ils étaient en voiture; leur cheval prit peur et fit un écart si violent qu'ils furent projetés à terre et contusionnés, sans cependant

Digitized by Google

être atteints de blessure grave. De retour à leur domicile, comme ils se plaignaient d'être endoloris, il leur fut procuré de la teinture d'arnica et, suivant des conseils plus empressés qu'éclairés, ils en burent avec de l'eau, l'un et l'autre, mais à des doses différentes.

A quelques instants de là, l'un d'eux, le sieur X..., fut pris de nausées, de coliques et de mouvements convulsifs de la face et des membres. Je fus appelé auprès de lui à 8 heures et demie du soir, vingt minutes, me dit-on, après l'absorption de la teinture d'arnica. Déjà il était entouré de plusieurs personnes qui s'efforçaient de lui prodiguer des soins. X... se trouvait sur son lit, sans connaissance, les yeux fermés, la face congestionnée, la peau chaude et en moiteur, la respiration anxieuse, le pouls précipité et dur avec des mouvements spasmodiques des bras, des jambes, des muscles de la face et des mâchoires: ces derniers si intenses qu'il était impossible, au paroxysme de l'accès, de disjoindre les arcades dentaires. Sa figure se contractait en forme de moue, et pendant cette contorsion, les lèvres, fortement portées en avant, se disposaient en anneau par où il suintait des mucosités avec une sorte de bruit de succion, tandis que le serrement des mâchoires allait s'augmentant de plus en plus au point d'éteindre ce bruit et d'arrêter l'écoulement muco-salivaire qui ne trouvait plus d'issue que par l'espace laissé par la perte d'une dent. Le ventre était déprimé et très sensible à la pression.

Je songeai à faire vomir; pendant qu'on allait se procurer le médicament destiné à cet effet, je fis titiller la luette avec une barbe de plume, mais les accès de trismus se précipitant rendirent cette tentative presque inutile. De même, il me fallut renoncer à l'administration de la dose vomitive. Cependant la scène vint à changer; la respiration se fit moins large, les spasmes eux-mêmes se produisirent moins énergiques, la température baissa sensiblement, le pouls surtout, au point de m'inspirer la plus vive inquiétude. C'est cette considération qui me fit administrer un excitant diffusible, de l'acétate d'ammoniaque combiné à du sirop d'éther sulfurique, au lieu de recourir au bromure de sodium et au chloral. Je fis en même temps pratiquer des frictions énergiques sur les membres et des applications chaudes sur l'abdomen.

Nous réussîmes à faire prendre successivement plusieurs cuillerées de potion, représentant à peu près deux grammes d'acétate d'ammoniaque et vingt grammes de sirop d'éther. Il s'ensuivit une réaction favorable. Je quittai le malade très tard, en recommandant de continuer, la nuit, l'emploi de la potion par cuillerées espacées; ce qu'il n'y eut guère lieu de faire, car, le pouls et la température s'étant relevés, le sieur X... entra dans un profond sommeil, où moi-même je le trouvai plongé le lendemain à 6 heures du matin.

Dès lors la guérison ne fut plus douteuse; elle s'accomplit, en effet, si correctement que le troisième jour je n'eus plus à revoir le sieur X..., qui, vint-on me dire, ne gardait plus de son accident que de la courbature et de la faiblesse.

Son camarade n'avait éprouvé ni nausées, ni coliques, mais plus tard un sommeil profond. Des fomentations, de l'infusion de camomille et le repos au lit suffirent pour le rétablir. Il avait absorbé beaucoup moins de teinture d'arnica que le sieur X...; cela était évident, quoiqu'on m'affirmât le contraire. Le sieur X..., me dit-on, en avait bu une demi-cuillerée à bouche, soit six grammes. Il leur en avait été fourni un quart de verre d'après M. M..., et vingt et quelques grammes d'après M. P.... Peut-être le sieur X... en avait-il absorbé une cuillerée.

Digitized by Google

II

CINQ CAS D'EMPOISONNEMENT PAR DES CHAMPIGNONS, DONT UN AVEC TRISMUS INVINCIBLE ET MORT APPARENTE PENDANT PLUS DE DEUX HEURES. CINQ GUÉRISONS.

Obs. I et II. — Le 9 octobre 1893, à 8 heures du soir, je fus mandé en toute hâte à C..., village distant de huit kilomètres, chez le sieur Narcy (Charles), dont les deux enfants, une fille âgée de seize ans et un garçon âgé de onze ans, se trouvaient empoisonnés par des champignons qu'ils avaient mangé au repas de midi.

La jeune fille, en pleine période de délire et de surexcitation, s'agitait, allant, venant, sautant, parlant à tort et à travers, tenant, contrairement à ses habitudes, des propos qu'elle savait inconvenants, mais qu'elle ne pouvait s'empêcher de proférer, tant elle avait besoin de mouvement et se sentait agacée. Précédemment elle avait vomi, après avoir absorbé un dé environ de poudre à fusil qu'une commère lui avait fait avaler avec du lait. Je lui fis prendre un petit verre de vieille eau-de-vie, fortement additionnée d'éther sulfurique; elle fut ainsi promptement ramenée au calme et à la raison. Le petit garçon, son frère, paraissait, au contraire, désespéré; étendu sur son lit, il était froid avec pouls filiforme et intermittent, les mâchoires serrées, les paupières baissées, lesquelles étant soulevées laissaient voir l'iris très rétréci; la respiration se faisait à grand'peine, courte et très rare. Je m'empressai de lui pratiquer une injection hypodermique de sulfate d'atropine, d'un peu plus d'un quart de milligramme, et j'ordonnai de le frictionner avec des étoffes de laine chaudes et de l'entourer de cruchons et de briques chaudes. Une heureuse réaction s'accomplit au bout de vingt minutes. J'en profitai pour lui faire absorber une dose d'eau-de-vie et d'éther sulfurique. Le lendemain, comme je me préparais à retourner voir ces deux malades, on accourut me dire qu'ils étaient remis l'un et l'autre de leur empoisonnement et qu'il était inutile de me déranger. Ces deux enfants avaient mangé des champignons de prairie, parmi lesquels le petit garçon avait mêlé quelques champignons de bois. Des échantillons ne m'ayant pas été présentés, je n'ai pu en déterminer les espèces. La mère de ces enfants, qui en avait mangé en même temps qu'eux, ne fut pas incommodée. Je tiens d'elle qu'à la suite de cet accident, pendant quinze nuits, son petit garçon urinait sous lui involontairement et ne s'en apercevait qu'au milieu de sa miction, quand il se sentait mouillé.

Obs. III et IV. — Dans la même localité, les 7 et 11 octobre, deux autres familles furent aussi, *mais à moindre degré*, intoxiquées par des champignons. Les époux J..., âgés de quarante-cinq ans environ, en ayant consommé à leur repas du soir, furent fort étonnés le lendemain de se réveiller très tard; ils n'en croyaient pas leurs yeux de voir l'aiguille du cadran marquer une heure avancée : surprise qui se compliqua, quand le mari déclara à sa femme, tout ahurie, ne pouvoir s'empêcher de chanter ni de danser. Il se livra à cet exercice d'une façon désordonnée. Il leur fut administré à chacun d'eux deux dés de poudre à fusil dans une tasse de lait. Leur crise n'ayant pas eu d'autre suite, l'empirisme recueillit en cette circonstance un prestige dont les commentaires ne sont pas près de finir. Il en fut ainsi du sieur P..., le 11 octobre, voisin des enfants

Digitized by Google

Narcy. La mère de ceux-ci, apprenant qu'il lui arrivait d'être indisposé par suite d'un souper aux champignons, s'empressa de lui faire prendre ce qui lui restait d'éther sulfurique. Il ne lui en fallut pas moins absorber deux dés de poudre à fusil.

Obs. V et VI. — Quelques jours plus tard, le 24 octobre, le garde-champêtre de la commune d'A..., distante de deux kilomètres, accourait à 8 heures et demie du matin, me priant de ne point perdre de temps et de venir au plus vite à la maison d'école, où deux enfants venaient de tomber comme ivres et sans connaissance dans la classe, au milieu de leurs camarades. Suivant leur habitude, ils étaient venus ensemble d'un hameau, où habitent leurs parents. A leur arrivée à l'école communale, on les avait vus tituber, et comme à cette époque on distillait de l'eau-de-vie dans plusieurs endroits sur leur parcours, on se demandait si par hasard ils n'avaient pas été enivrés. Cependant l'aîné, âgé de huit ans, avait dit avoir mangé, le matin, des champignons restant du souper. A 9 heures, je relevais, dans la salle d'école, le plus jeune enfant, âgé de cinq ans et demi. Ce pauvre petit faisait peine à voir : blême, plus froid que tiède, flasque, presque sans pouls ni respiration, les mâchoires fortement serrées l'une contre l'autre ! Il avait vomi et n'avait point d'odeur alcoolique. Je le fis transporter dans une chambre au premier étage, et là, quand il fut placé dans un lit, je le frictionnai énergiquement sur tout le corps, principalement sur la poitrine et la région précordiale, tout en comprimant alternativement les côtés de la poitrine et l'abdomen, afin de réaliser autant que possible les mouvements respiratoires. Pendant ce temps-là on chauffait des linges, des briques, des cruchons d'eau et on les appliquait au moribond, dont le pouls et la respiration s'éteignaient lamentablement. Je ne lui administrai pas moins une injection hypodermique de sulfate d'atropine de près d'un milligramme. Cette injection, je ne la fis pas sans anxiété, mais la rapidité et l'intensité des symptômes m'engagèrent à cette dose, d'autant plus que je me réservais pour plus tard, s'il y avait lieu, à la rectifier par une autre injection compensatrice de morphine. Il n'était que trop évident que mon contre-poison se trouvait démesurement en retard sur l'absorption de la muscarine; le malheureux enfant était enfin plongé dans la mort apparente ; plus de pouls, plus de respiration, froidure pénétrante au toucher, malgré la chaleur artificielle ambiante, atrésie des pupilles, trismus invincible au point d'empêcher l'introduction d'un manche de fourchette entre les arcades dentaires. Ce symptôme m'était d'autant plus pénible que je me proposais de recourir aux tractions rythmées de la langue suivant la méthode de M. le docteur Laborde ; ce moyen était impraticable; c'était désespérant. L'idée me surgit alors de recourir au magnétisme animal. Avisant le garde-champêtre, M. Renault, dont le zèle ne nous faisait point défaut, je l'invitai à placer ses deux mains en supination, et les rapprochant l'une de l'autre je les disposai de manière à y faire reposer la tête de l'enfant. C'est ainsi que les extrémités digitales du garde, homme fort et de bonne santé, formèrent une zone d'influx nerveux sur la nuque de l'enfant, tandis que ses pouces s'appliquaient symétriquement sur les régions occipito-pariétales. Le fluide magnéto-chimique des mains se répandait ainsi en application isonome, et, d'après l'école magnétique, cette application augmente l'activité organique et excite les fonctions. Il était alors 9 heures et demie.

Sur ces entrefaites, je descendis à l'école ; l'enfant de huit ans s'y trouvait au plus mal. Je le fis transporter dans la chambre haute, où il fut placé dans

Digitized by Google

le lit de l'instituteur, M. Laboureau. Déjà il avait vomi. Mêmes symptômes, du reste, que ceux présentés par son frère, mais moins prononcés. Je lui administrai quarante-cinq centigrammes d'ipéca, qui déterminèrent un vomissement copieux. Après quoi, je lui injectai sous la peau d'un bras plus d'un quart de milligramme de sulfate d'atropine ; puis je lui fis boire du thé additionné d'une bonne dose d'eau-de-vie. Après avoir été comme sur le point d'expirer, la réaction se fit franchement chez lui et marcha rapidement, si bien que je n'eus plus d'inquiétude sur lui quand je quittai la maison d'école communale, à midi et demi.

Quant à son frère, à 11 heures et demie, il ne donnait aucun signe de vie. Vers 11 heures trois quarts, le garde qui lui prodiguait son calorique et son influx nerveux, déclara que sa tête se réchauffait. N'était-ce point une sensation erronée, causée par sa propre fatigue ? J'en doutais, lorsque, presque en même temps, il signala sur le pavillon de l'oreille gauche une veinule rosée. Les frictions générales, les pressions méthodiques alternativement à la poitrine et sur l'abdomen furent continuées. Il sembla qu'une chaleur naturelle se répandait dans les bras ; un frémissement ondulatoire se manifesta à l'artère radiale gauche. Plus tard, il se fit comme un commencement de respiration. Le retour de la circulation sanguine et de la température organique s'accentuant, je pratiquai une nouvelle injection d'un demi-quart de milligramme de sulfate d'atropine, tant j'avais hâte de tâcher de rattraper le temps perdu du fait de l'arrêt de la circulation cardiaque. A midi et quart, il fut évident qu'une réaction s'opérait. Réussirions-nous ? J'engageai l'entourage à redoubler de zèle et de persévérance. A midi et demi, brisé de fatigue, je quittai cette scène émouvante. A 2 heures, je revins. L'amélioration se prononçait, mais les mâchoires demeuraient serrées. On continua les frictions, les pressions méthodiques. tandis que le garde-champêtre, M. Renault, ayant reçu, debout à son poste, dans son attitude du matin, une nourriture réconfortante, persistait immuablement, par l'apposition de ses mains, à ranimer l'enfant de cinq ans et demi. Moi-même, émerveillé du résultat en voie de s'accomplir, je disposai, à deux centimètres au-dessus du sinciput de l'enfant, ma main droite de manière que mes extrémités digitales lui fussent perpendiculaires. Je déterminai ainsi, en les mouvant circulairement, des tressaillements de la face très évidents. Sa fidélité, sa générosité et sa foi forcèrent le succès ; à 5 heures et demie, tout d'un coup, l'enfant, comme s'il venait à se réveiller, fit un mouvement, ses mâchoires se détendirent, il bâilla... il était sauvé.

J'avais recommandé qu'on gardât pour la nuit à la maison d'école les deux enfants ; mais, leur père étant survenu, on accéda à son désir, et Mme l'institutrice, s'étant procuré une voiture couverte, les accompagna, à 8 heures du soir au domicile paternel. Leur première parole fut de demander à manger. Après une bonne nuit, les deux enfants regagnèrent, le lendemain matin, suivant leur coutume, le village et l'école, où leur accident avait causé tant d'émotion et d'anxiété.

Obs. VII. — Le cinquième cas d'empoisonnement par des champignons, que j'eus à traiter dans le mois d'octobre 1893, est celui du sieur R... (Jacques), d'A..., âgé de soixante ans. Je fus appelé d'urgence auprès de lui le 21 octobre, à 6 heures et demie du soir. Le symptômes, déjà de forte intensité, furent conjurés par un vomitif, puis par de l'éther et du thé avec de l'eau-de-vie. On fit aussi des frictions et des applications chaudes. Or, le sieur R... (Jacques) est un gourmet de champignons, qu'il sait, depuis de longues années, cueillir aux

Digitized by Google

bons endroits, et il ne pouvait comprendre le méfait de sa récolte. La froidure excessive de l'hiver 1892-1893 et la sécheresse exceptionnelle de l'été et de l'automne suivants n'auraient-elles point altéré la qualité des champignons qu'il discerne et choisit? Désormais il renoncera à son mets favori; du moins il se l'est promis, tant sa frayeur fut grande.

M. David LEVAT

Ancien Élève de l'École Polytechnique, ingénieur civil des Mines, à Paris.

ÉTAT ACTUEL DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION DES PHOSPHATES

— Séance du 10 août 1894 —

J'ai été conduit, à la suite d'un voyage d'étude des phosphates de Tunisie, dont j'ai entretenu notre 8e Section (Géologie), à examiner l'état actuel de la production et de la consommation des phosphates dans le monde.

C'est une question qui est toute d'actualité. Elle intéresse principalement la Section d'Agronomie par son application à la culture; mais c'est surtout au point de vue économique et industriel que je compte l'envisager aujourd'hui.

Quelles sont d'abord les causes du développement considérable et presque subit de la consommation des phosphates? Ces causes sont multiples : nous allons énumérer les principales.

En première ligne, il faut citer l'abaissement du prix de vente des phosphates, conséquence de la découverte, datant de cinq ans à peine, des phosphates riches de la Floride et de la Tunisie. Cette baisse, coïncidant avec celle des nitrates, est très avantageuse pour l'agriculture qui en profite.

Dans ce même ordre d'idées, il faut signaler la venue toute récente, sur le marché, des scories de déphosphoration qui viennent apporter un supplément important au tonnage disponible d'engrais phosphatés.

D'autre part, la diffusion des connaissances agronomiques résultant de la création de l'enseignement agricole à tous les degrés, la constitution et le succès si remarquable des syndicats d'agriculteurs, ont vulgarisé la notion d'utilité incontestable des engrais chimiques pour élever les rendements de la terre et permettre la lutte contre les « *pays neufs* » auxquels nous sommes encore obligés de recourir pour le solde de nos besoins annuels en céréales.

Enfin, nous sentons tous, quelle que soit l'école économique à laquelle

Digitized by Google

nous nous rattachions, que le salut, pour l'agriculture comme pour les autres branches de la productivité humaine, est dans l'abaissement des prix de revient, conséquence directe et aujourd'hui abondamment démontrée, de l'emploi combiné et raisonné des engrais naturels et chimiques.

Je terminerai cette étude par la statistique de la production et de la consommation des phosphates dans les principaux pays et leurs échelles de prix. Il convient aussi de faire connaître rapidement, vu l'espace limité dont je dispose, les derniers résultats et les diverses opinions en présence relatifs à l'assimilation des phosphates naturels et des phosphates artificiels par le sol, leur mode d'emploi, etc.

Ma conclusion est que les réserves de phosphates de diverse nature, actuellement assurées, suffisent et suffiront au fur et à mesure de leur accroissement, à tous les besoins de l'agriculture.

Je vais passer rapidement en revue les diverses parties de ce programme.

NOUVEAUX GISEMENTS DE LA FLORIDE ET DE LA TUNISIE

I. — Floride

Les gisements de phosphate de la Floride ont été signalés par un ingénieur français, M. Francis Le Baron, de Jacksonville (Fl.), dès 1884; mais l'exploitation proprement dite n'a commencé qu'en 1890.

La Floride, vaste pays plat, couvert de savanes marécageuses entrecoupées de lacs innombrables, est entièrement formée par des terrains tertiaires recouverts dans la partie sud de la péninsule par des sables et alluvions quaternaires. Le phosphate de chaux s'y rencontre dans deux genres de gisements bien distincts :

1° A l'état de phosphate en roche *(Hard rock phosphate)*, dans des bancs de calcaire éocène, sans stratification marquée. Ces calcaires ont été soumis à des érosions puissantes, accompagnées d'une action chimique des eaux, d'une intensité remarquable. C'est à ces actions combinées que sont dus les enrichissements de phosphate qui sont actuellement l'objet d'une exploitation active. Le phosphate en roche a une teneur élevée en acide phosphorique, 36 0/0 en moyenne. Il est exporté tel quel en Europe et aux États-Unis.

2° A l'état de nodules *(pebbles)*. On distingue deux sortes de nodules. Ceux qu'on recueille dans les rivières où ils se sont concentrés par l'action mécanique des eaux, formant de véritables bancs qu'on exploite simplement à la drague *(River pebble)* et ceux qu'on retire de couches interstratifiées, dans les terrains récents, au moyen d'un simple criblage *(Land pebble)*. La teneur moyenne de ces nodules est de 30 0/0 d'acide phosphorique.

Les gisements de *hard rock* forment une grande bande de 230 kilo-

Digitized by Google

mètres de longueur, parallèle à la côte ouest de la péninsule, à une distance moyenne de 60 à 70 kilomètres du rivage. Les dépôts de graviers ou *pebble phosphate*, se trouvent principalement dans les rivières qui se jettent dans la mer, entre les ports de Tampa et de Punta Gorda, notamment dans la Peace River. On a exporté en 1893 : 424.457 tonnes de phosphate de la Floride se répartissant comme suit :

1893 TONNAGE	PORT D'EMBARQUEMENT	NATURE DU PHOSPHATE	1893 TONNAGE
125.894	Fernandina.	Hard rock.	124.900
88.439	Punta Gorda.	Pebble.	64.502
112.932	Tampa.	Rock, Pebble.	50.980
34.386	Brunswick.	Hard rock.	20.000
22.800	Par rail.	Divers.	31.000
40.006	Divers.	»	»
424.457			291.082

On voit quel développement rapide ont pris ces exploitations depuis 1890. On irait certainement plus vite encore si les prix étaient rémunérateurs; mais il est loin d'en être ainsi et au prix actuel de vente, on peut dire que les exploitants de la Floride ne réalisent que des bénéfices tout à fait insignifiants. Voici, en effet, le prix de revient de ces phosphates rendus en Europe.

NATURE DES DÉPENSES	HARD ROCK (à 75 °/₀ de phosphate)	PEBBLE (à 65 °/₀ de phosphate)
Prix de revient de 1 tonne sur wagon à la mine	$ 4.23	$ 2.80
Transport à la mer et embarquement. . . .	2.50	0.70
Fret pour l'Europe.	4.00	3.50
Déchet de route, humidité, pesage et échantillonnage, escompte, commission, etc. 7 °/₀ du prix de vente.	0.84	0.54
	11.57	7.54
Prix de vente : 16 cents pour le Rock; 12 cents pour le Pebble (par unité) . . .	12. »	7.80
Bénéfice par tonne	$ 0.43	$ 0.26
Soit en francs	Fr. 2.22	Fr. 1.34

Digitized by Google

Les producteurs cherchent en ce moment à s'entendre, afin de relever les prix à un taux rémunérateur; mais il est douteux qu'il y arrivent actuellement à cause de la multiplicité des intérêts engagés et du nombre considérable de petits exploitants, à moyens restreints, que les bas prix feront disparaitre sans doute.

Sur les 291.382 tonnes produites en Floride en 1892, 225.090 sont venues sur les marchés d'Europe et 66.292 ont été consommées aux États-Unis. J'attire l'attention sur ce fait : on commence, de l'autre côté de l'Atlantique, à sentir le besoin d'améliorer le rendement des terres, bien qu'elles ne soient pas épuisées par des siècles de culture. Indépendamment des phosphates de la Floride, les États-Unis ont consommé, dans cette même année 1892 : 423.942 tonnes de phosphates de la Caroline du Sud, autre centre important de production des phosphates américains. La concurrence de la Floride et l'écrasement des prix qui en a été la conséquence s'est fait vivement ressentir dans la production de la Caroline, qui est restée stationnaire, ainsi qu'on le voit dans le tableau ci-dessous, qui donne la production des phosphates de la Caroline de 1889 à 1893 et leurs débouchés tant en Amérique qu'en Europe.

ANNÉES	PRODUCTION TOTALE	LIVRÉS		TRAITÉS SUR PLACE	TOTAL LIVRÉ aux États-Unis
		à l'Étranger	aux États-Unis		
1889	541.645	143 002	308.643	90.000	398.643
1890	586.758	219.822	250.936	116.000	366.936
1891	572.949	126.798	295.151	151.000	446.151
1892	548.396	124.454	212.942	181.000	423.942
1893	556.883	157.371	234.512	165.000	399.512
TOTAUX . .	2.776.631	771.447	1.302.184	703.000	2.035.184

Ces phosphates de la Caroline ont la propriété, recherchée, de donner un très bon rendement en superphosphates, sans qu'il soit nécessaire de les mélanger à d'autres qualités, ce qui n'est pas le cas, comme on le sait, de la plupart des autres phosphates.

La France n'a importé, jusqu'à présent, que des quantités assez faibles de phosphate de la Floride, du moins à l'état naturel. On sait qu'envisagé dans son ensemble, notre commerce de phosphate avec les pays étrangers se résume comme suit :

Nous *exportons* beaucoup plus de phosphates naturels que nous n'en importons.

Digitized by Google

Nous *importons*, au contraire, beaucoup plus de superphosphates que nous n'en exportons, laissant ainsi à nos voisins le bénéfice du fabricant de phosphates, celui de l'importateur, etc.

Cette situation, qui va d'ailleurs en s'améliorant depuis quelques années, tient à des causes multiples dont l'examen sortirait du cadre de cette communication. Disons cependant, en ce qui concerne l'importation des phosphates américains, que la loi sur la prime à la marine marchande peut avoir une influence des plus favorables à cette importation.

Je donnerai d'ailleurs plus loin les statistiques du commerce des phosphates dans ces dernières années, qui font ressortir clairement cette situation.

II. — Tunisie et Algérie.

Les phosphates de cette région étaient connus géologiquement depuis déjà bien des années. Mais ce n'est qu'à la suite de la mission de M. Thomas en 1885 et 1886 dans la Régence, et après une communication faite par ce distingué géologue au Congrès de notre Association, à Nancy, qu'on a commencé à se rendre compte de l'importance industrielle considérable de ces phosphates.

Depuis cette époque, les recherches se sont poursuivies et se poursuivent en ce moment même, avec activité. Elles ont conduit aux conclusions suivantes :

Le niveau phosphaté se trouve à la base de l'éocène. Il existe aussi des phosphates dans le crétacé supérieur, mais ils paraissent, du moins jusqu'à présent, ne constituer que des enrichissements locaux de phosphate concrétionné provenant de l'éocène.

Le véritable niveau éocène est constitué par des bancs de craie phosphatée atteignant, dans certaines régions, une teneur de 62 à 65 0/0 de phosphate tribasique. A cette richesse et malgré les difficultés de transport inhérentes à toutes les exploitations similaires débutant dans un pays presque dépourvu de voies de communication, ces phosphates sont exploitables, aux cours actuels, avec un profit très convenable.

Les premiers phosphates riches signalés par M. Thomas s'étendent sur une longueur de 60 kilomètres environ à l'ouest de Gafsa, dans le sud de la Régence. Leur distance du point d'embarquement (Sfax) est de 250 kilomètres environ, sans chemin de fer.

Heureusement que, depuis lors, on a reconnu ce même niveau phosphaté en un grand nombre de points, mieux situés au point de vue des transports.

On a, notamment, commencé des exploitations importantes aux environs de Tebessa. Une voie ferrée aboutissant à Bône permet à ces matières d'arriver à la mer à un prix de revient très réduit, ne dépassant pas 17 à

Digitized by Google

18 francs par tonne pour une teneur de 62 à 65 0/0, grâce à des tarifs réellement très bas consentis par la Compagnie *Bône-Guelma*. Il paraît douteux qu'on puisse les abaisser davantage étant données les nombreuses contre-pentes de la ligne entre Tebessa et Soukahras et enfin le transbordement nécessité à ce dernier point par suite du changement de voie. La ligne de Tebessa-Soukahras est à voie étroite. L'abatage des phosphates de Tebessa est très facile; quant à la qualité, elle est aussi très satisfaisante. Ces phosphates se présentent à l'état friable et presque pulvérulent, avec une teneur très faible en fer et en alumine. Ils se prêtent donc très aisément à la fabrication des superphosphates.

Indépendamment des gisements de Gafsa, de Nasser-Allah, de Sidi-Ayet, du Kef, etc., dans la Régence; de Tebessa et de Soukahras sur la frontière algérienne, on commence à retrouver le niveau des phosphates éocènes dans toute l'Algérie et jusque dans la province d'Oran. Il va sans dire que tous les points ne sont pas également riches, étant donné surtout que les prix actuels de vente et les difficultés de transport font considérer comme sans valeur industrielle, dans la plupart des cas, les phosphates d'une teneur inférieure à 60 0/0 de tribasique. Il est, néanmoins, hors de doute que nous avons à nos portes, dans nos possessions françaises du Nord de l'Afrique, des ressources très considérables d'un phosphate de qualité excellente et d'une exploitation facile. Dans ces conditions, leur venue sur le marché n'est qu'une question de temps et de création de voies ferrées.

J'attire de nouveau l'attention sur ce fait que les phosphates algériens sont exportés, non pas en France, mais à l'étranger, comme le montre le tableau suivant, qui donne la destination des phosphates exportés par le port de Bône pendant les sept premiers mois de 1894.

1894	EXPORTATION PAR NAVIRES			PAYS DESTINATAIRES				
	Français	Étrangers	Totale	Angleterre	Italie	Autriche	France	Autres pays
Janvier	»	1.200	1.200	1.200	»	»	»	»
Février	»	1.300	1.300	300	300	»	»	700
Mars	100	1.110	1.210	»	»	210	100	900
Avril	»	1.000	1.000	1.000	»	»	»	»
Mai	»	2.400	2.400	500	260	840	»	800
Juin	»	5.543	5.540	4.320	615	»	»	608
Juillet	600	4.985	5.585	1.200	2.585	»	600	1.200
TOTAUX	700	17.538	18.239	8.520	3.760	1.050	700	4.208

Digitized by Google

Je n'insisterai pas, après être entré dans quelques détails sur la production de la Floride et de l'Algérie, sur celle des régions de la France qui produisent des phosphates ou des craies phosphatées. La situation ne s'est d'ailleurs modifiée que par l'épuisement graduel mais inévitable des poches de sables riches de la Somme et de l'Oise, et dans un autre sens, par les progrès réalisés dans l'enrichissement des craies phosphatées qui forment les vastes gisements de Hardivilliers, de Ciply et autres similaires en France et en Belgique. De nombreuses publications ont donné et donnent encore chaque jour des détails circonstanciés sur ces gisements. Je renvoie notamment les personnes que ces questions intéressent au *Complément de la Statistique Minérale* de 1886 (Imprimerie Nationale) où elles trouveront une étude complète sur ce sujet.

Scories phosphatées. — Ces matières proviennent, comme vous le savez, de l'opération de déphosphoration dans une cornue munie d'un garnissage basique, de fontes phosphoreuses obtenues elles-mêmes par la fusion au haut fourneau de minerais phosphoreux de fer, précédemment délaissés à cause justement de cette impureté, fatale à la qualité des fers et aciers obtenus avec ces mêmes fontes, dans les anciens procédés d'affinage.

Cette découverte est due à M. Thomas Gilchrist qui prit son premier brevet le 15 mars 1879.

Dès cette même année, les usines allemandes de Heerde et les Aciéries du Rhin en faisaient l'application en grand. En France, les usines du Creusot ont commencé en 1880 à faire de la déphosphoration. Les aciéries de l'Est, les usines de Longwy et les hauts fourneaux de Denain appliquent actuellement, sur des échelles variables comme importance, le procédé Thomas Gilchrist.

Pour donner une idée du développement pris par cette méthode, je donnerai quelques chiffres :

NOMS DES PAYS PRODUCTEURS D'ACIER BASIQUE	Usines de Déphosphoration en activité en 1892	TONNAGE ANNUEL PRODUIT (EN MILLIERS DE TONNES D'ACIER)				
		1889	1890	1891	1892	1893
Allemagne	16	1350	1493	1806	2045	2382
Angleterre	15	493	503	442	413	363
France	4	22	240	259	292	368
Autriche	4	75	202	224	292	320
Autres pays. . . .	6	155	163	190	209	261
TOTAUX. . .	45	2274	2603	2923	3254	3696

Digitized by Google

Comme on peut compter en moyenne sur 300 kilos de scorie phosphatée par tonne d'acier basique, on voit que la production actuelle correspond à plus de tonnes de scories utilisables pour l'agriculture. Pour la France, en particulier, le nombre de tonnes que l'industrie métallurgique déverse annuellement est au minimum de 60 à 70.000 tonnes.

Ces scories tiennent en moyenne de 16 à 18 0/0 d'acide phosphorique, sous une forme insoluble dans l'eau et insoluble en majeure partie dans le citrate ammoniacal, ce qui n'empêche pas l'action très manifeste de ces scories sur la végétation, pourvu qu'elles aient été préalablement réduites à un degré de finesse convenable.

Ce résultat a porté une atteinte sensible à la croyance qui régit encore le marché des phosphates et superphosphates, d'après laquelle le phosphate soluble dans le citrate doit seul être considéré comme assimilable et doit, par conséquent, être seul payé par le consommateur.

Nous reviendrons plus loin sur ce sujet, encore controversé d'ailleurs, mais que je considère comme étant de la plus haute importance, tant pour l'agriculteur, c'est-à-dire le consommateur, que pour le producteur, exploitant de phosphate naturel ou maître de forge appliquant le procédé basique.

Après avoir passé en revue les principales contrées productrices de phosphates, examinons quelle est la consommation actuelle de cette première matière, dans les principaux pays entrés dans la voie des engrais chimiques et notamment en France.

En ce qui concerne les scories phosphatées, le tableau de la production des aciers basiques donne d'une manière assez approchée, en multipliant par le coefficient 0.30, la consommation de scorie des divers pays énoncés dans ce tableau.

La scorie phosphatée est une matière bon marché qui se consomme en général dans un rayon peu éloigné de son centre de production. Au delà d'un certain rayon, étant données surtout les préférences ancrées en faveur du phosphate soluble au citrate, les scories sont primées par le superphosphate.

En France, d'après les estimations de M. Lindet, la consommation en 1893 de phosphate, évalué en moyenne à la teneur de 55, 60 0/0 de tribasique, aurait été de :

Phosphorite du Lot.	10.000	tonnes
Nodules (Ardennes, Pas-de-Calais et Centre)	100.000	—
Sable phosphaté (Somme, Pas-de-Calais, Aisne). . . .	350.000	—
Craie phosphatée.	40.000	—
TOTAL des phosphates extraits.	500.000	tonnes

Digitized by Google

Report	500.000 tonnes
A déduire :	
Excédent des phosphates naturels exportés sur ceux importés	40.000 —
Phosphates consommés en France	460.000 tonnes

Ce chiffre me parait faible. Il ne tient d'ailleurs compte ni des excédents de superphosphates importés (voir tableau ci-dessous), excédents qui sont heureusement en décroissance, mais qui sont notables encore, ni des scories basiques de Longwy et du Creusot.

Je rappelle que M. Joulie, dans un rapport présenté à la Société des Agriculteurs de France, a estimé à 500.000 tonnes la consommation en phosphate à 55/60 de l'agriculture française.

On voit, somme toute, que les appréciations sont relativement concordantes.

On est moins d'accord sur les quantités d'acide phosphorique prélevées chaque année par les récoltes, par le bétail et par les décès humains et non restituées par les fumures et par les résidus.

D'après M. Lindet, qui a fait à ce sujet diverses communications que vous connaissez tous, la moitié seulement de l'acide phosphorique ayant passé par le corps humain serait évacuée à la mer et perdue pour le sol. Sa conclusion tendrait à prouver que la perte annuelle du sol français en acide phosphorique ne serait que de 10.000 tonnes, tandis que les 500.000 tonnes de phosphate actuellement répandues chaque année représentent 110.000 tonnes d'acide, sans compter les scories et les excédents d'importation de superphosphates.

A ce compte le déficit en phosphore du sol français, dont se plaignent tous les agronomes sans distinction d'école serait vite nivelé, et les producteurs de phosphate n'auraient devant eux qu'un temps fort court pour voir la demande s'arrêter et se restreindre à des proportions minimes.

Wyatt, par contre, estime que le quart seulement de la quantité d'acide phosphorique enlevée au sol par les récoltes lui est restitué par les fumures et que ces dernières sont composées par moitié d'acide phosphorique emprunté aux engrais chimiques.

Nous continuerions d'après lui à nous endetter rapidement en phosphore.

Il est vrai que la balance de F. Wyatt comprend tous les pays producteurs sans exception et que seuls les « vieux pays » ont recours aux engrais chimiques, bien que, comme nous l'avons vu plus haut, le nouveau monde entre aussi dans cette voie depuis quelque temps.

Voici, d'après M. Girard, les consommations actuelles, — toujours

Digitized by Google

évaluées en phosphate à 55/60 pour raisonner sur des chiffres comparables, — des principaux pays d'Europe :

Angleterre	800.000	tonnes.
Allemagne	800.000	—
France.	500.000	—
Autriche	150.000	—
Belgique	80.000	—
Italie, Espagne	80.000	—
Autres pays.	90.000	—
TOTAL.	2.500.000	tonnes.

Sans prendre parti en ce moment entre des opinions aussi extrêmes que celles que je viens d'exposer, je crois pouvoir dire que longtemps encore, le problème si difficile et si ardu, de la restitution au sol des éléments que la consommation humaine lui retire sera résolu, comme il l'est maintenant, par l'évacuation par les fleuves et la perte des principes fertilisants des matières usées. Il est même permis de douter, en particulier pour l'acide phosphorique, que dans notre état de civilisation actuel, il puisse être plus avantageux de récupérer cet élément dans nos déchets, plutôt que de l'extraire purement et simplement des gisements naturels où nous le trouvons concentré sous une forme plus maniable. Je crois avoir montré d'ailleurs que ces gisements sont suffisamment riches et suffisamment développés pour faire face à tous les besoins de l'agriculture.

Voici le tableau du mouvement commercial des phosphates naturels et des superphosphates en France pendant ces cinq dernières années :

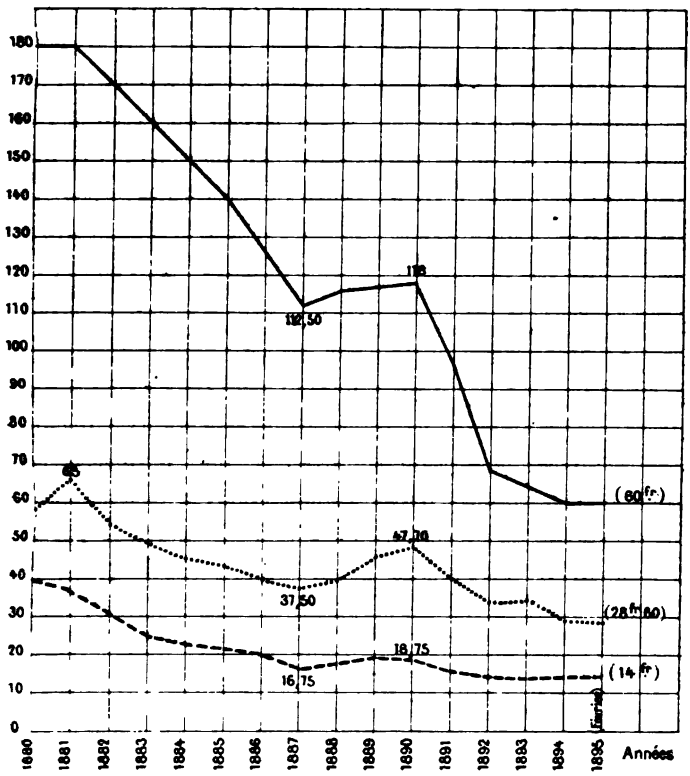
ANNÉES	PHOSPHATES NATURELS			SUPERPHOSPHATES		
	IMPORTATIONS (Tonnes)	EXPORTATIONS (Tonnes)	EXCÉDENT exportations sur importations	IMPORTATIONS (Tonnes)	EXPORTATIONS (Tonnes)	EXCÉDENT importations sur exportations
1890	21.457	122.007	100.550	99.946	27.327	72.119
1891	17.644	91.821	74.177	98.521	36.068	62.453
1892	40.910	83.885	42.975	97.723	43.307	54.416
1893	87.022	100.034	43.012	97.983	25.667	72.316
1894	86.776	105.380	18.604	98.629	35.000	63.629

J'ai résumé en outre, dans un tableau, les courbes des variations de prix des phosphates naturels à 55/60 et 40/45, ainsi que celle relative aux

Digitized by Google

superphosphates titrant 15 0/0 d'acide soluble au citrate pour la période des quinze dernières années.

La simple inspection de ces lignes montre quelle a été l'influence des découvertes des phosphates riches de ces dernières années sur la baisse des prix de vente. Je ne pense pas qu'il y ait lieu d'espérer, pour les consommateurs,



VARIATIONS DU PRIX DES SUPERPHOSPHATES ET DES PHOSPHATES NATURELS DE 1880 A 1895.

——— Superphosphate titrant 15 0/0 d'acide phosphorique soluble au citrate (0 fr. 40 l'unité de 1 kilog. d'acide soluble).
—·—·— Phosphate naturel à 55 60 (0 fr. 52 l'unité de 10 kilog. de tribasique).
- - - - - - Phosphate naturel à 40 45 (0 fr. 35 l'unité de 10 kilog. de tribasique).
Les ordonnées représentent les valeurs en francs, non logés, à l'usine pour les phosphates naturels; en sacs et franco brut Dunkerque pour les superphosphates.

de craindre, pour les producteurs, une nouvelle baisse sur les prix actuels. Sans entrer dans le détail des prix de revient, ce qui m'entraînerait trop loin, je puis dire qu'en général les prix de vente actuels ne sont pas rémunérateurs pour la majeure partie des exploitations de phosphates. Il faut donc souhaiter, dans l'intérêt bien entendu de tous les intéressés, que les prix se relèvent à un taux normal qui permette à tout le monde de vivre.

Digitized by Google

Les prix actuellement pratiqués sont d'ailleurs altérés par la spéculation qui tend à avilir les prix, et, d'autre part, par les exploitants pressés de vendre et à court de capitaux, notamment en Floride et même en France, qui envoient des chargements en consignation, ce qui amène des exécutions qui écrasent les cours. Ces phénomènes, qui se produisent invariablement lorsqu'une marchandise, quelle qu'elle soit, tombe à des cours voisins ou inférieurs à son prix de revient, n'ont qu'un temps et ne doivent pas servir de base à des appréciations d'ensemble.

Il ne faut pas perdre de vue que le commerce des phosphates est d'un genre tout spécial et qu'il serait tout à fait erroné de l'assimiler au commerce des métaux et minerais, par exemple. Le phosphate est un article dont la demande va rapidement en croissant. Il n'y a pas de stock flottant important qui puisse alourdir les cours ; enfin, une fois employé, il ne revient plus sur le marché, à l'inverse des métaux qui y réapparaissent dès qu'une hausse rapide se produit. Ces conditions concourent à rendre le marché des phosphates très mobile, tant en hausse qu'en baisse.

J'attire, en terminant, l'attention sur le développement de la consommation des phosphates naturels finement pulvérisés comme agents fertilisants directs. Il est hors de doute que l'acide phosphorique soluble du superphosphate n'est pas assimilé directement par la plante. Il repasse d'abord à l'état insoluble, soit comme phosphate de chaux tribasique, soit même comme phosphate de fer ou d'alumine, si redouté pourtant par le fabricant de phosphate. Seulement cette précipitation laisse le phosphate dans un état d'extrême division, à côté duquel la monture la plus fine n'est qu'une approximation grossière, et cet état est éminement favorable à une assimilation rapide.

Cette théorie soutenue avec la compétence et l'ardeur communicative que M. Grandeau sait apporter dans toutes les questions agronomiques qu'il traite, ne tend à rien moins qu'à révolutionner l'industrie des phosphates en démontrant qu'il n'est pas nécessaire, au moins dans un grand nombre de cas, de passer par l'intermédiaire coûteux du superphosphate. Je ne prétends pas prendre parti dans une question qui est toujours ouverte et sur laquelle les opinions sont encore bien partagées. Ce qui est certain, c'est que la question de l'assimilation du phosphore par les plantes est entourée de bien des obscurités ; mais quand on se reporte à peu d'années en arrière, il en était de même pour l'assimilation de l'azote. Il a fallu les découvertes et les travaux de MM. Winogradsky, Schlœsing et Muntz, pour éclairer la question d'un jour complet. Il en sera de même pour la question des phosphates et sa solution sera une preuve de plus à l'appui de cette vérité, qui ne saurait être trop répétée, que les sciences d'application, comme l'agronomie, sont toujours sûres de trouver dans les principes purement scientifiques la solution des problèmes qu'elles ont à résoudre.

Digitized by Google

En ce qui concerne l'assimilation des phosphates par les végétaux, on s'en est tenu jusqu'ici à l'observation et au terme même de Th. Way, qui confirmait en 1850 l'expérience de Huxtable et Thompson sur le *pouvoir absorbant* du sol pour définir cette propriété remarquable que possède la terre arable d'arrêter, au contact de la couche superficielle, les trois substances les plus utiles à la végétation : l'ammoniaque, l'acide phosphorique et la potasse.

J'avoue que je rapproche involontairement dans mon esprit, ce « *pouvoir absorbant* » de « l'action de présence » et de la « force catalytique », de la mousse de platine qu'on a encore enseignée à ma génération. Je crois que ces termes vagues qui ne satisfont plus les exigences de l'esprit moderne ont fait leur temps et j'espère que le mot « pouvoir absorbant » du sol pourra être remplacé par une explication nette le jour où la réaction des matières humiques sur les sels, solubles et insolubles, contenus dans le sol aura été classée dans les phénomènes chimiques proprement dits. On aura ainsi fait rentrer dans le domaine des lois générales de la chimie des phénomènes dont la complexité est due principalement à l'ignorance où nous sommes de leur cause.

M. Edmond GAIN

Préparateur au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

INFLUENCE DE LA SÉCHERESSE SUR LES TUBERCULES DE POMME DE TERRE

— Séance du 18 août 1894 —

C'est un fait bien connu que la sécheresse influence le rendement des tubercules dans d'assez fortes proportions. On observe, en effet, pendant les années sèches, comme ces deux dernières années, un grand affaiblissement dans les rendements.

Les statistiques faites par les soins de M. Aimé Girard indiquent, du reste, quelles sont les variétés de pommes de terre qui sont plus particulièrement sensibles à l'action de la sécheresse.

Des cultures expérimentales ont été installées au commencement de 1892 et poursuivies, en 1893, au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau dans le but de préciser l'action de la sécheresse sur le tubercule.

On a cultivé deux séries de carrés comparables placés dans le champ d'expériences dont le sol est une terre de jardin riche en sable calcaire. Le sous-sol est du sable de Fontainebleau.

Digitized by Google

Les premiers carrés ont été maintenus à une grande humidité au moyen de cinq ou six arrosages abondants par jour, pendant toute la végétation. Pendant la période chaude de l'été, le sol restait très humide même superficiellement. Comme ce sol est très perméable, l'eau n'était pas stagnante autour des tubercules; il faut admettre que cette irrigation continue a dû appauvrir le sol en principes solubles. Les autres cultures ont été abandonnées à elles-mêmes sans arrosage. Sous l'influence de la période de sécheresse extrême de mai, juin, juillet, août, le sol s'est desséché jusqu'à une certaine profondeur, la surface était poussiéreuse et à une température plus élevée que sur le sol humide. En somme, les conditions de végétation étaient très différentes dans les deux cultures et éloignées de part et d'autre des conditions normales.

D'après M. Schlœsing (1), la culture la plus favorable peut comprendre 33.000 plants à l'hectare. Dans mes expériences chaque carré avait un peu plus de 1m,20 de côté et comprenait quatre plants faits avec des tubercules moyens. Cette disposition correspond donc sensiblement aux conditions avantageuses de la grande culture.

Nous avons donné les résultats rapportés à un hectare de superficie, mais il ne faut y voir qu'une facilité de comparaison sans envisager la valeur absolue de la récolte; on sait, en effet, que les expériences faites sur de très petites surfaces donnent des rendements qui sont différents de ceux qu'on peut obtenir sur le même sol cultivé en grand.

Voici les rendements comparés pour l'année 1893 :

TUBERCULES VARIÉTÉS CULTIVÉES	CULTURES DE 1893				RAPPORTS des deux RENDEMENTS H/S
	POIDS MOYEN de la récolte dans un carré		POIDS CALCULÉ pour un hectare		
	En sol sec	En sol humide	En sol sec	En sol humide	
	kilog.	kilog.	kilog.	kilog.	
Première variété					
Institut de Beauvais . .	1.500	3.835	11.440	29.260	2,55
Deuxième variété					
Vitelotte.	1.640	2.900	12.510	22.130	1,77
Troisième variété					
. . . . .	1.320	4.625	10.080	35.200	3,49
Quatrième variété					
Grosse violette.	1.160	2.295	8.900	17.550	2,08
Cinquième variété					
Saucisse rouge.	2.290	5.355	16.750	39.250	2,34

(1) Cours du Conservatoire des Arts et Métiers.

Digitized by Google

Au point de vue du rendement final, on peut donc conclure que l'irrigation, même très abondante, est favorable au rendement des différentes variétés de tubercules : la sécheresse, au contraire, affaiblit les rendements en poids dans des proportions très importantes.

Dans chaque carré, les tubercules ont des grosseurs variables, de sorte que la comparaison des poids ne donne pas de renseignements sur le nombre des tubercules. Dans chaque carré la récolte a été divisée en trois lots : les petits, les moyens, les gros tubercules. Comme la taille maximum des tubercules varie suivant les variétés, il est nécessaire de fixer le poids moyen des tubercules dans chacune des séries.

D'abord, pour ce qui est du nombre total de tubercules, on trouve par carré (4 plants) les chiffres moyens suivants :

	Sol sec.	Sol humide.
	—	—
Première variété	47	51
Deuxième —	120	70
Troisième —	101	109
Quatrième —	38	46
Cinquième —	98	86

Le poids maximum du plus gros tubercule récolté dans chacune des cultures a été :

	Sol sec.	Sol humide.
	—	—
	Gr.	Gr.
Première variété	130	200
Deuxième —	55	125
Troisième —	77	95
Quatrième —	125	130
Cinquième —	78	185

Si maintenant nous examinons comparativement le poids du rendement et le nombre de tubercules récoltés, nous voyons immédiatement qu'il n'existe aucune relation entre eux.

Dans certaines variétés, on trouve en sol sec plus de tubercules que dans les sols humides (deuxième et cinquième variétés), pour les autres le nombre est sensiblement égal dans les deux sols.

On peut donc conclure que la sécheresse du sol n'influe pas sensiblement sur la diminution du nombre des tubercules. Au contraire, il peut se produire en sol sec, vers la fin de la végétation, une poussée de tubercules tardifs qui restent petits, mais qui augmentent sensiblement le poids total.

Digitized by Google

Voici comment se décompose proportionnellement la récolte quant au poids moyen des tubercules.

Pour 1.000 tubercules, on compte dans chacune des variétés les nombres suivants :

				Pour 1 000 tubercules.
				Gr.
PREMIÈRE VARIÉTÉ				
En sol sec. —	Gros tubercules pesant	70 à 130 grammes. . .		21
—	Moyens	—	25 à 68 — . . .	383
—	Petits	—	moins de 20 grammes.	596
En sol humide. —	Gros tubercules pesant	de 85 à 200 grammes.		274
—	Moyens	—	30 à 75 grammes. . . .	472
—	Petits	—	moins de 25 grammes.	254
DEUXIÈME VARIÉTÉ				
En sol sec. —	Gros tubercules pesant	plus de 50 grammes. .		0
—	Moyens	—	de 20 à 50 — . .	283
—	Petits	—	moins de 20 grammes .	717
En sol humide. —	Gros tubercules pesant	50 à 125 grammes . .		228
—	Moyens	—	20 à 45 — .	458
—	Petits	—	moins de 20 grammes .	314
TROISIÈME VARIÉTÉ				
En sol sec. —	Gros tubercules pesant	50 à 77 grammes. . .		20
—	Moyens	—	25 à 50 — . . .	455
—	Petits	—	moins de 25 grammes .	525
En sol humide. —	Gros tubercules pesant	50 à 95 grammes . . .		82
—	Moyens	—	25 à 50 — . . .	432
	Petits	—	moins de 25 grammes .	486
QUATRIÈME VARIÉTÉ				
En sol sec. —	Gros tubercules pesant	45 à 125 grammes . .		0
—	Moyens	—	25 à 45 — . .	291
—	Petits	—	moins de 25 grammes.	716
En sol humide. —	Gros tubercules pesant	55 à 130 grammes . .		228
—	Moyens	—	25 à 55 — . .	458
—	Petits	—	moins de 25 grammes .	314

Digitized by Google

CINQUIÈME VARIÉTÉ

				Pour 1.000 tubercules. — Gr.
En sol sec. —	Gros tubercules	pesant	60 à 80 grammes . . .	112
—	Moyens	—	30 à 60 — . . .	275
—	Petits	—	moins de 30 grammes .	613
En sol humide. —	Gros tubercules	pesant	90 à 185 grammes . .	337
—	Moyens	—	30 à 90 — . .	267
—	Petits	—	moins de 30 grammes .	395

Nous avons déjà constaté qu'il existait des tubercules beaucoup plus gros en sol humide qu'en sol sec. Nous voyons, par les tableaux précédents, que le nombre des gros tubercules y est aussi plus grand. Le nombre des petits tubercules est au contraire beaucoup plus élevé en sol sec. Cela tient non seulement à un arrêt de développement, mais encore, comme nous l'avons dit, à une poussée de tubercules vers la fin de la végétation. Il est probable qu'une irrigation du sol avant la dessiccation de la partie aérienne, assurerait la réussite des petits tubercules et par suite atténuerait les différences observées dans les rendements.

Dans les sols humides les feuilles de la plante sont larges, minces et d'un vert clair qui contraste avec le vert sombre des feuilles épaisses du sol sec. L'humidité sur un sol sec, vers la fin de la végétation, produirait de nouvelles pousses feuillées et activerait en même temps l'assimilation chlorophyllienne des feuilles déjà existantes. Ce changement permettrait aux petits tubercules de grossir.

Il y a un fait pratique important qui découle de ces expériences, c'est que la sécheresse du sol même exagérée ne diminue pas le nombre des tubercules que donne le plant dans les conditions ordinaires. Si donc on a soin de planter assez tard pour permettre l'action des pluies de la fin de l'été le rendement ne se ressentira pas dans de grandes proportions de l'effet de la sécheresse. Celle-ci exerce son action en entravant le développement normal des rameaux, l'élargissement des feuilles et surtout leur durée : les pluies qui surviennent à la fin de la végétation peuvent supprimer cet inconvénient.

Ce que nous venons de dire explique pourquoi l'écart des rendements a été en 1893 relativement peu sensible pour la grande culture ; c'est qu'il est survenu en fin juillet ou en août, suivant les régions, des pluies qui ont presque complètement annulé les effets de la sécheresse excessive de la période avril-juillet.

Jusqu'ici nous n'avons examiné que ce qui peut intéresser le rendement

Digitized by Google

industriel, nous devons maintenant étudier de plus près le tubercule au point de vue de son organisation.

Sa forme générale est différente dans les deux sols. Très allongée en sol humide, elle est plus globuleuse et plus irrégulière en sol sec.

Dans ce dernier sol les bourgeons sont abrités dans des yeux très profonds, ils sont à fleur de peau sur les tubercules du sol humide.

Deux gros tubercules ont comparativement les dimensions suivantes:

	En sol sec. — Longueur-largeur. —	En sol humide. — Longueur-largeur. —
Première variété	4/4	8/6
Deuxième —	5/3,5	13 3
Troisième —	4/4	6,5/4
Quatrième —	7/3,5	9/4,2
Cinquième —	5/3,5	9/5

Le nombre des yeux qui intéresse beaucoup le rendement ultérieur lors de la plantation est différent aussi, comme on le voit par les chiffres suivants, qui sont des moyennes obtenues sur 50 tubercules environ de chaque variété.

NOMBRE MOYEN D'YEUX PAR TUBERCULE

	Sol sec. —	Sol humide. —
Première variété.	5	8
Deuxième —	21	30
Troisième —	7	7-8
Quatrième —	6	6-7
Cinquième —	6	7-8

Le nombre des yeux est, on le voit, ordinairement plus grand en sol humide. Certaines variétés sont même très différentes à cet égard. (Institut de Beauvais, Vitelotte). Cependant, il convient d'ajouter qu'au pôle végétatif le plus important (celui qui est opposé au pôle d'attache du tubercule), le nombre des bourgeons est sensiblement le même dans les deux sols.

La spire d'insertion des bourgeons ne varie pas son écartement, de sorte que le nombre des yeux est d'autant plus exagéré que le tubercule est plus allongé par rapport à sa largeur. Nous avons vu, par exemple, que la variété Vitelotte est celle que le sol humide influence le plus au point de vue des proportions (13/3 centimètres en H au lieu de 5/3 en S). C'est aussi

Digitized by Google

celle qui accuse le nombre d'yeux le plus différent (30 au lieu de 21 par tubercule, soit la moitié en plus).

Au point de vue chimique, on sait que le tubercule est assez variable de composition suivant le climat et le sol. Des expériences nombreuses ont en outre montré que les gros tubercules étaient plus riches en fécule que les petits.

Or, nous avons vu l'humidité du sol exagérer les dimensions des tubercules ; il y a donc à cet égard un fait important à noter.

Cependant la densité des tubercules est sensiblement plus forte en sol sec, surtout pour deux tubercules d'égal volume.

Les tubercules qui ont poussé en sol humide renferment, en effet, plus d'eau que les autres et par suite possèdent un poids sec centésimal un peu moindre.

Un tubercule renferme par exemple :

En sol sec	25,66	0/0 de poids sec.
En sol humide	23,99	— —

D'autre part, on sait que le dosage industriel de la fécule est basé sur la densité du tubercule obtenue avec la bascule hydrostatique de Reimann :

Au cours de mes expériences, j'ai pu me convaincre des *variations* très importantes qu'on peut observer dans la densité des tubercules, et de la grande inexactitude du principe même de la méthode quand il s'agit d'expériences de culture qui peuvent influencer le poids sec du tubercule.

Pour mettre en évidence l'écart qu'il est possible d'observer, j'ai pris la densité des tubercules de différentes grosseurs appartenant à un même lot. Cette densité a été calculée à l'aide d'une balance de précision pour le poids, et au moyen de plusieurs méthodes pour les volumes. Je n'ai pas pu trouver de fixité dans la densité des tubercules d'un même lot, même pour ceux de grosseur égale.

Les tables dressées pour le dosage de la fécule par le procédé cité plus haut, m'ont donné pour chaque tubercule des poids spécifiques correspondant à une valeur n de fécule et m de substance sèche.

Reprenant alors ces tubercules, j'ai déterminé par les procédés ordinaires le *poids sec* très exact de chacun d'eux (1).

Pour les tubercules de sol humide, j'ai trouvé des nombres m_1 m_2...

Pour quelques-uns la différence $(m - m_1)$ ou $(m - m_2)$... attei-

(1) Dessiccation de la substance pulvérisée, à l'étuve, à 110°, pendant quinze jours.

Digitized by Google

gnait 4 0/0, ce qui donne une incertitude de près de 4 0/0 aussi sur le taux en fécule.

La différence était en général plus forte pour les tubercules riches en eau comme ceux de sol humide.

Le fait sur lequel je désire attirer l'attention est donc celui-ci :

La relation entre la densité et le taux de fécule est loin d'être exacte, surtout quand on compare des récoltes d'origines diverses dont le contenu en eau est assez différent.

M. Wolny (1) a démontré depuis longtemps que les moitiés antérieures de tubercules, cultivées isolément, donnent des récoltes plus abondantes que les moitiés postérieures.

M. Prunet (2), étudiant les causes de cette polarité, a conclu qu'il existe toujours dans les tubercules normaux, ou privés d'une partie de leurs bourgeons, une relation entre la répartition des principes immédiats et des matières minérales de réserve, et l'aptitude relative des bourgeons au développement. Au moment où M. Prunet publiait son travail, j'étais arrivé personnellement à un résultat identique (3) pour la répartition de la substance sèche et celle des matières colorantes. On peut donc, rien qu'en examinant extérieurement un tubercule rose, par exemple, se rendre compte de la polarité du tubercule.

Toujours le sommet, ou pôle antérieur opposé au point d'attache, est beaucoup plus rouge que le reste du tubercule. Cette différence de teinte s'accentue à mesure que le tubercule est plus voisin de la germination.

Si nous appelons P_1 le pôle du sommet, M_1 le milieu, et P'_1 le pôle d'attache du tubercule, en comparant la répartition des substances, on trouve qu'elle est beaucoup plus uniforme dans les tubercules de sol humide et au contraire plus différente suivant la région P, M et P′ dans les tubercules des sols secs.

Ainsi, la *différenciation physiologique* est poussée plus loin en sol sec, et cela correspond bien à ce que l'examen externe peut indiquer : les pôles, pour la variété Saucisse rouge du sol sec, par exemple, sont plus colorés que la partie moyenne du tubercule ; en sol humide, la coloration est uniforme à peu près sur toute la surface.

La polarité au point de vue chimique est donc très atténuée en sol humide et très accentuée en sol sec. La germination des tubercules va du reste mettre en relief cette différence.

(1) WOLNY, *Das Zerschneiden der Kartoffelsaatknollen* (*Inst. Jahresber.*, 1882.)

(2) PRUNET, *Recherches physiologiques sur les tubercules de pomme de terre.* (*Revue générale de Botanique*, février 1893, p. 50.)

(3) Edmond GAIN, *Sur la matière colorante des tubercules.* (*Bull. Soc. Bot. de France*, février 1893).

Digitized by Google

Pour ce qui est du poids sec, nous citons les chiffres relatifs à la première variété ayant au 10 avril des pousses de moins de 5 centimètres.

Tubercule de sol sec.	Au pôle P, le poids sec représente	30,38	0/0	du poids frais.
	Au milieu, — —	26,86	—	—
	Dans les gousses de germination le poids sec représente.	22,92	—	—
Tubercule de sol humide.	Au pôle P, le poids sec représente	23,18	0/0	du poids frais.
	Au milieu, — —	25,10	—	—
	Dans les pousses de germination le poids sec représente.	18,95	—	—

La répartition des pousses sur le tubercule correspond à la répartition des substances de réserves dans le tubercule.

En sol sec, les pousses sont très développées au pôle P, un peu en P′ et presque toujours absentes au milieu. Les pousses de P sont plus précoces que les autres.

En sol humide, les pousses sont très rares ou beaucoup moins développées en P et en P′. Au contraire, on trouve souvent les plus grosses au milieu du tubercule. La germination des bourgeons commence partout en même temps.

Quand les tubercules commencent à germer, leur aspect est très différent comme nous l'indiquons ici :

Première variété. — [S] (1). Pousses très nombreuses en P_1 et très fortes, longues de $3^{cm},5$, plus nombreuses que sur les tubercules de sol humide.

En P′ quelques pousses de 1 centimètre. En M, yeux dormants, bourgeons à peine visibles.

[H] Pousses réparties presque uniformément sur tout le tubercule, au moins aussi développées au milieu ($3^{cm},5$).

Deuxième variété. — [S] Une grosse pousse de 2 centimètres au moins presque isolée au pôle P. Les pousses avoisinantes sont à peine visibles. Au pôle P′ les pousses sont visibles, mais peu développées. Au milieu, les yeux sont dormants.

[H] Plusieurs pousses en P dont souvent une plus grande ayant à peine 1 centimètre. Les pousses sont développées uniformément sur les 30 yeux du tubercule et atteignent 6 millimètres.

(1) [S] veut dire tubercules de sol sec; [H] signifie tubercules de sol humide.

Digitized by Google

Ce tubercule, comme le précédent, présente donc le fait très caractéris d'avoir une germination qui est uniforme sur les tubercules de sol humide et très localisée au pôle antérieur sur les tubercules de sol sec.

Troisième variété. — [S] Pousses non ramifiées existant seulement en P et atteignant 2 à 3 centimètres de longueur. Les autres yeux sont dormants.

[H] Pousses très ramifiées de 4 centimètres environ avec rameaux de 3 centimètres. Germination uniforme au milieu comme aux pôles.

Quatrième variété. — [S] Toujours beaucoup de pousses au pôle P, plus vigoureuses que celles de H.

[H] Pousses assez rares au pôle P, plus développées un peu au-dessus de M.

Cinquième variété. — [S] Pousses parfois ramifiées en P_1, quelques-unes ailleurs, pas en P'.

[H] Pousses partout et plus ramifiées dès la base. La germination est assez uniforme sur tout le tubercule.

Ainsi, pour tous les tubercules le résultat est analogue et les différences sont dans le même sens, mais plus ou moins caractérisées.

Toujours la *polarité* est beaucoup plus accentuée en sol sec.

Ce fait est important pour le rendement ultérieur.

Puisque les pousses P_1 du tubercule de sol sec sont moins nombreuses, plus précoces, et plus fortes, les plantes qui en seront issues bénéficieront de cette particularité.

Le tubercule de sol humide dont la composition chimique et la germination sont plus uniformes, semble un tubercule *arrêté dans sa différenciation physiologique*, il est donc moins parfait. Toutes les conditions étant égales d'ailleurs, les tubercules de sols secs donnent de meilleures récoltes que ceux issus de sols humides.

Digitized by Google

M. le Comte DE CHARENCEY

à Paris.

FRAGMENT D'UN DICTIONNAIRE ÉTYMOLOGIQUE DE LA LANGUE BASQUE

— Séance du 10 août 1894 —

Toutes les recherches des philologues ont eu pour résultat de faire ressortir ce que l'on pourrait appeler la physionomie originale de la langue basque, du moins sous le rapport grammatical. Elle n'appartient certainement pas au groupe indo-européen, et, comme nous nous sommes efforcés de l'établir dans un précédent travail, si l'on veut lui trouver une parenté plus ou moins éloignée avec d'autres dialectes, ce serait surtout de l'autre côté de l'Atlantique, sur les rives du Saint-Laurent, qu'il conviendrait de porter ses regards.

Il en va autrement en ce qui concerne le lexique. A cet égard, le basque peut passer pour une des langues les plus mélangées qui existent. La plupart des mots qu'il emploie lui viennent de l'espagnol, du béarnais, du latin. Quelques termes seulement accuseraient une origine germanique ou celtique. Enfin, l'élément vraiment indigène apparaît, numériquement, aussi faible que possible. Le savant M. Schukard avait déjà fait ressortir cette particularité dans un travail que publia, il y a quelques années, la *Revue des langues romanes*. Nous ne pouvons que confirmer ici la justesse de sa manière de voir dans le présent mémoire. Il consiste en un fragment détaché du *Dictionnaire étymologique de la langue basque* dont nous nous occupons depuis assez longtemps déjà. L'on étudiera spécialement ici les termes de cet idiome commençant par la lettre D, d'après la liste fournie par le vocabulaire bas-navarrais de Salaberry. Rappelons que les substantifs seront toujours accompagnés de l'article suffixe *a*. Quant aux signes abréviatifs, BRN signifiera *Béarnais*. — V. BRN., *Vieux Béarnais*. — B., *Basque*. — E., *Espagnol*. — FR., *Français*. — V. FR., *Vieux Français*. — V. PR., *Vieux Provençal*. — V. IB., *Vieil Ibérien*. — V. SC., *Vieux Scandinave* ou *Norrain*. — GR., *Grec*. — L., *Latin*. — B. L., *Bas-Latin*. — Étym., *Étymologie*. — Ex., *Exemple*. — Postposit., *Postposition*. — PORT., *Portugais*. — CAT., *Catalan*. — Prob., *Probablement*. — Préc., *Précédent*. — Cf., *Conférez*. — Voy., *Voyez*.

Digitized by Google

DALLARIA « pierre à aiguiser ». Voy. DALLUA.

DALLUA « faux *la* » ; BRN, *dalhe, dalh* ; E., *dalle*. Le U antépénultième est sans doute ici euphonique, ainsi qu'il arrive parfois. Ex., CHUKHU « sec » du BRN. *eschuc* « sec, sans suc ». — GUDU « combat » du V. Sc. *gudr*, etc.

DAKOA « auge ». Etym. assez obsc. Faut-il rattacher à l'E. *taco* « coin, cheville » ou bien à *tacon* « talon de bois », mais avec chute du *n* final, comme dans BEKHOKIA « audace, toupet » de l'E. *becoquin* « sorte de bonnet » ? En tout cas, l'origine E. de ce mot ne semble pas douteuse. L'on trouvera dans le présent mémoire plus d'un exemple de la transformation du T initial en D.

DAMUA « dommage » ; BRN., *dam* « damnation » et *damn* « dommage » du L. *damnum*.

DANDA « pac », terme d'une obligation payable en plusieurs fois et DANDAKA « par pac » ; E. *tanda* « tour, rang ».

DANGA « coup de cloche » ; Cf. E. *tan* « son du tambour » et GA ou KA, postposit. prosécutive.

DANIK « dès » p. ex. dans *oraidanik* « dès à présent » de l'E. *tan* « aussi, autant », dérivé lui-même du L. *tantum* et de la finale indéfinie IK.

DANZA « danse » ; E. *danza* ; BRN. *dansa*.

DANZARIA « danseur ». Voy. DANZA.

DARTHOA « rejeton ». Cf. E. *dardo* ; « dard » ; BRN. *dard*. Le TH médial B, correspond souvent à un D de l'E. Ex. : GUTHIZIA « désirer » ; E. *codiciar*, etc.

DAUGIN « prochain ». Cf. BRN. *dab* « promptement » et de la suffixe de concomittance GIN ou KIN. Pour la transformation du B en V, voy. LAUSO « myope » du L. *labosus* « sujet à tomber » — AURKHI « trouver » de l'E. et V. BRN. *haber* (L. *babere*) et de la finale partitive KHI ou KI.

DEATULUA « tarrière », mot formé assez irrégulièrement de la finale diminutive ULU ; Cf. GATHULUA « jatte » et d'un nom qui se retrouve dans l'E. *taladro*, le BRN. *talhadou* « tranchoir ».

DEBADIO « débat » ; E. *debate* et VRN. *debater* « débattre ». La finale IO d'origine vraisemblablement E. se retrouve dans d'autres mots B. ; p. ex. : AMODIO « amour. »

DEBALDE « en vain » ; E. *debalde* « gratis ».

DEBEKA « défendre, prohiber » ; E. *devedar* « prohiber » ; V. BRN. *debedar* et BRN. *debeda* « être en défense ». Les exemples de mutation d'une labiale en K du B sont très rares. Citons cependant ESKONZA « se marier », du L. *sponzare*. — SABELA « ventre » prob. pour SAKHELA « petit sac ».

DEBEKUA « défense, prohibition ». Voy. le préc. La finale radiale U indique fréquemment le substantif, par opposit. à l'A qui caractérise le verbe ; Ex. : IZKIRIBUA « écriture » et IZKIRIBA « écrire ». — MESKABUA « accident » et MESKABA « souffrir d'un accident ».

DEBOIL « détruire » ; Cf. E. *debelar* « vaincre, conquérir » et V. FR. *debeller* (du L. *debellare*). Peut-être y aurait-il, dans ce mot, une influence exercée par l'E. *debil* « faible, débile ». Quant à l'o, il semble euphonique comme dans KOFOINA « ruche » ; cf. V. PR. *cofin* et V. FR. *cofin* « étui » du L. *cophinus*.

DEBOZIONEA « dévotion » ; E. *devocion* ; le E pourrait bien être euphonique comme dans ARBOLEA « arbre », de l'E. *arbol*.

DEBRUA « diable, endiabler » ; E. *diablo*, du L. *diabolus*. Le L entre deux voyelles manifeste une certaine tendance à se durcir en B ; Ex. ZERUA « ciel », du L. *cœlum* ; HIRIA « ville » du V. Ib. *Ili*.

Digitized by Google

DEFALKA « défalquer », peut être pris au FR.; cf. V. PR. *defalquar*.

DEFENDIATU « défendu »; E. *defender*, du L. *defendere*.

DEFUNTU « défunt »; E. *defunto*; V. PR. *defun*, *deffunt*, du L. *defunctus*, le c dur tombe souvent devant une autre consonne; Ex. EFETUA, « effet », de *effectus*; FRUTUA « fruit », de *fructus*, etc.

DEINHUA « adresse », pourrait bien être d'origine hellénique; Cf. GR. δεινός « terrible, habile. »

DEINHUZU « adroit »; Cf. le préc. La finale ZU indique aptitude, abondance; Ex. IGELZUA « plâtre », litt. « qui absorbe beaucoup d'humidité », de IGERI humide »; — KHARZU « zélé », de KHARRA « zèle ».

DEIHADARRA « tocsin », litt. « corne d'appel », Voy. DEITH « appeler ».

DEITH « appeler », étym. fort obscure; faudrait-il rattacher ce mot au fréquent. lat. *dictitare* ou au BRN. *dite* « le dire, l'action de dire »?

DEITHURA, possède le double sens de « nom patronymique », par oppos. à IZENA « nom de baptême » et de « faire entendre des lamentations pour la mort de quelqu'un. » Il ne serait pas impossible que, pris dans l'une ou l'autre de ces significations, le mot en question n'eût une origine différente. DEITHURA avec la valeur de « nom patronymique », est formé de DEITH « appeler » et de la finale URA, que nous retrouvons p. ex. dans GORDURA « surdité, de GORDO « sourd ». D'un autre côté, il serait difficile de ne pas rapprocher DEITHURA « se livrer à des lamentations funèbres », du BRN. *deytorar* « se lamenter », d'où *las deytoradores* « les pleureuses qui se font entendre aux funérailles ». D'autre part, il se pourrait bien que le BRN. *deytorar* ait lui-même été pris au B.

DEITZ « se taire », étym. fort obs. Nous ne croyons pas cependant le mot d'origine indigène. Ne serait-ce pas un composé de DEITH « appeler » et de la particule négative EZ « non, ne pas »? Ce terme pourrait donc se rendre litt. par « *non vocare* » et par extension « *non dicere, silere* ». Au point de vue phonétique, le rattacher au L. *tacere* semblerait bien difficile.

DELIBERA « délibérer »; E. et V. PR. *deliberar*; BRN. *delibera*.

DELIBERO « résolution ». Voy. DELIBERA. Le O radical final est parfois la marque du substantif; Ex. KITO « quitte, libéré » et KITA « s'acquitter, se libérer ». OSTOA « feuille » et OSTA « se couvrir de feuilles ».

DEMBORA, ne s'emploie guère que dans le composé GARTHA-DEMBORA « les quatre temps; Cf. L. *tempora*.

DEMENI « diminuer »; V. PR. *demenir*; E. *diminuir*, *disminuir*.

DEMONTRIA, sorte d'interjection correspondant à nos expressions *Peste! malepeste!* N'est prob. qu'une contraction des mots E. *Demon traia*, litt. « que le diable emporte ».

DENDA « constipation, difficulté d'aller à la selle »; peut être litt. « inquiétude, difficulté »; Cf. E. *tentar* « inquiéter, affliger », du L. *tentare*. Il est vrai que l'on pourrait presque avec autant de probabilité proposer une autre étym. et rendre le mot B. par « tension »; Cf. E. *tender* « tendre, étendre ».

DENDARIA « couturière », litt. « celle qui se sert du dé »; Cf. E. *dedal* « dé à coudre »; V. FR. *deel*, du B. L. *digitale*. Le N serait ici euphonique comme dans CHANGRIN « chagrin »; LANGO « lac », E. *lago*.

DENDALGOA « état de couturière ». Voy. DENDARIA, avec GO ou KO, signe du prolatif.

DEPLAUKI « entièrement, sans réserve », prob. de la préfixe L. *de*, de la finale partitive KI et du BRN. *plaa* « plan, plain, uni, bien, parfaitement ». Cf. E. *plano*, du L. *planus*.

Digitized by Google

DEPOSITA « gage, dépôt » ; BRN. *deposit*; E. *deposito*.

DESAFIA « menace, menacer » ; E. *desafier* « défier » et *desafio* « défi ».

DESMARRA « détacher » ; E. *desmarrar*.

DESARRANIA « déranger » ; E. *desarenjar*; V. PR. *desarranger*; PORT. *desarranjar*,

DESASTREA « désastre » ; E. FR et V. PR. *desastre*.

DESEGIN « défaire », hybride composé de *de*, *des* privatif et EGIN « faire ».

DESENKUZA « prétexte » ; BRN. *desencusa* « excuser » et *desencuse* « excuse ».

DESERTUA « désert » ; V. PR. BRN. et FR. *desert*; E. *desierto*, du L. *desertum*.

DESFAMA « mauvaise réputation, diffamer » ; E. *disfamar* et *disfamio* « infamie ».

DESGISA « déguiser » ; peut être pris au FR.

DESGUSTA « dégoûter » ; E. *disgustar*.

DESGUSTUA « dégoût » ; E. *disgusto*.

DESIRA « désirer » ; E. *desear*, peut être pris au FR.

DESKANSUA « repos » ; E. *descanso*.

DESKANXA « reposer se » ; E. *descansar*.

DESKARGA « décharger » ; E. V. PR. *descargar*; BRN. *descarca*, *descarga*.

DESKARZELA « gibecière » ; V. PR. *escarcella*; E. *escarcela*, du B. L. *excarpus* « contracté, réduit de volume ». La présence du D initial est ici absolument anormale.

DESKAUSI « désoler », de *des* privatif et de KHAUSI « choisir » ; litt. « *facere quod non eligitur*. »

DESMERA « tomber en faiblesse » ; E. *desmayar* « manquer de force, de courage » et *desmayarjse* « s'évanouir ». Le R du B., qui ne peut s'expliquer par celui de l'infinitif E pourrait peut-être se trouver dû à une influence exercée par le terme BRN. *desmayrar* « séparer un enfant de sa mère ».

DESMOI « consumer une chose dans le désordre », étym. assez obscure ; faut-il rattacher le terme B à l'E. *desmeollar* « ôter la moelle » ? Nous le rapprocherions plus volontiers de l'E. *desmoler* « digérer » ou même du FR. *démolir*. En tout cas, l'origine néo-latine de ce mot ne semble pas douteuse.

DESOBEDI « désobéir » ; V. PR. et V. BR. *desobedir*; BRN. *desobedi*; E. *desobedecer*.

DESOBEDIENT « désobéissant » ; BRN. *desobedient*.

DESOBEDIENZA « désobéissance » ; BRN. *desobedience*; E. *desobediencia*.

DESOHORA « déshonorer » ; V. PR. et E. *deshonorar*; V. BRN. *deshondrar*; BRN. *deshoundra*. On sait qu'en B. le *n* entre deux voyelles est sujet à tomber et à être remplacé par un *h* ; Ex. LIHOA « lin » du L. *linum* ; AHATEA « canard », du L. *anatem*.

DESOHOREA « déshonneur » ; V. BRN. *deshonor*; BRN. *deshaunou*. Voy. le précéd.

DESOHOREZ « par honte, par sentiment d'honneur ». C'est le précéd. avec la finale médiative Z.

DESORDENATU « désordonné » ; E. *desordenado*; BRN. *desourdiat*.

DESORDREA « désordre », prob. pris au FR. ; Cf. E. *desorden*; BRN. *desourdi*.

DESPERI « expédier », E. *despedir*. Ce changement d'un D en R semble tout à fait anormal et nous n'en avons pas rencontré d'autre exemple.

DESPLAZERA « chagrin, contrariété » ; E. *desplacer*; V. BRN. *desplaser*; BRN. *desplasé*.

DESTERRA « exiler, bannir » ; E. *desterrar*.

DESTRUI « détruire » ; V. PR. et E. *destruir*; BRN. *destrusi*.

DEUS « rien ». Le prince L.-L. Bonaparte y voit le L. *Deus* « Dieu ». Dire qu'il n'y avait pas même *Dieu* quelque part, c'est dire qu'il n'y avait absolument rien.

Digitized by Google

DEUSIK « rien ». C'est le même mot que le précéd. avec la finale indéfinie IK.

DIAMANTA « diamant » ; E. *diamante* ; prob. pris au FR.

DIBINO « divin » ; E. *divino* ; V. BRN. *dibin, dibinal* ; BRN. *dibii, dibinau*, du L. *Divinus*.

DILINDAN « en suspens » ; c'est sans doute une abrév. de l'E. *dilin-dilin* « drelin - dindin », bruit d'une sonnette, avec la finale locative ou inessive AN.

DINNITATEA « dignité » ; E. *dignidad*. On sait que le NN bas-navarrais correspond phonétiquement au *gn* FR., au *n* tildé de l'E.

DIRUA « monnaie ayant cours ». V. BRN. *dier, diner* ; E. *dinero* « argent monnayé » ; V. PR. *dinier, denier, dener*, du L. *denarius*.

DIRUDUN « qui a de l'argent ». Voy. le précéd. La finale DUN signifie « possesseur de » ; Ex. : ESNEDUN « bête laitière », de ESNEA « lait ».

DISPOSIZIONA « disposition » ; mot employé par Axular ; E. *disposicion* ; V. PR. *despozicion, dispositio*.

DISTIA « étinceler », prob. apparenté à l'E. *estallar* « éclater », mais avec influence de l'E. *destilar, distilar* « distiller ».

DISTIADURA « éclat d'un corps ». Voy. le précéd. La finale DURA se retrouve p. ex. dans BEZTIDURA « Vêtement », de BEZTI « vêtir ». — HEDADURA « étendue », de HEDA « étendre ».

DITHARIA « dé à coudre » ; E. *dedal* ; BRN. *dale, ditale*.

DITHIA « téton, mamelle » ; BRN. (dial. de Bayonne), *tite* ; E. *teta*.

DOHAINA « don, destin » ; E. *don* « don, présent » ; BRN. *doun, dou* (même sens) ; V. BRN. *doo* ; du L. *donum*. Que le mot se rattache à une racine latine, la chose ne semble pas contestable. Quelques doutes pourraient subsister quant à son mode de formation. Peut-être le *h* représente-t-il un *n* primitif (voy. OHOREA). Nous croirions plus volontiers la syllabe HAI euphonique. C'est ainsi que le B. NAV. dit par une sorte de redoublement AHARIA « mouton », pour ARIA (prob. du L. *Aries*) ; MAHAXA « raisin », pour MAXA, MATCHA ; LEHEN « premier », pour LEN, d'un radic. LE « primus », etc.

DOHAKABE « malheureux », litt. « *sine dono*, mal doué », de DOHAINA et de KABE ou GABE (*sine*).

DOHAXU « heureux », litt. « *cum multis donis*, bien doué », de DOHAINA et de la finale augmentative XU comme dans BOTHEREXU « muni de pouvoir, de puissance », de BOTHEREA « pouvoir » ; KHARXU « zélé », de KHARRA « zèle ».

DOHAXUTARZUNA « bonheur ». Voy. DOHAXU. La finale TARZUN, TARZUNA sert à former des termes abstraits. Ex. : ALEGERATARZUNA « allégresse » de ALEGERA « gai, joyeux » ; HUNTARZUNA « bonté », de HUN « bon ».

DOI « juste, suffisant, convenable, à la juste mesure ». étym. fort obscure. Nous croirions volontiers ce terme apparenté au V. FR. *Duire, doite*, du L. *ducere*.

DOIAZ « comme il faut, avec économie ». C'est le médiatif du précédent.

DOIDOIA « tout à l'heure ». Ce n'est autre chose qu'un redoublement de DOI.

DOKTORA « docteur » ; E. et V. BRN. *doctor* — BRN. *doctou, douctou*.

DOLA « se repentir ». E. et V. PR. *doler* « souffrir, peiner ».

DOLAMENA « grand regret ». C'est le précédent muni de la finale MEN d'origine L., comme on le voit dans *Agmen, gramen, lumen* (pour *lucmen*), *semen, volumen*, etc., et qui est d'un emploi assez répandu en B. ; ex. : AHAMENA « bouchée », de AHOA « bouchon » ; INGURUMENA « alentours », de INGURUA « cercle, circonférence ».

Digitized by Google

DOLORA « s'aggraver, le mal ». Voy. DOLOREA.

DOLOREA « douleur »; E. V. PR., V. BRN. et L. *dolor*; BRN. *doulou*; PORT. *dor*. Le E est euphonique comme dans ARBOLEA « arbre »; DESOHOREA « déshonneur ».

DOLUA « deuil, repentir ». V. PR. et V. BRN. *dol*; E. *duelo*; BRN. *doii*.

DONA « seigneur »; E. *don*; BRN. *domne*; V. FR. *Domp*; FR. *don*, devant les noms d'abbé, tels que *Don Guéranger*, *Don Bastide*, etc., du L. *dominus*. Le B. le préfixe à certains noms de saints désignant des localités. Ex.: DONA PHALEU « Saint Palais »; DONI YOANE « Saint Jean »; DON PEDRO « Saint Pierre »; DONOSTIA « Saint Sébastien », capitale du Guipuzcô; DONA MARIA « Sainte Marie ».

DONADOA « vieux garçon, célibataire »; E. *donado* « frère lai ».

DONOA « vocation, aptitude naturelle »; E. *don* « don »; V. BRN. *doo*; BRN. *dou*, *doun*, du L. *donum*.

DORPE « rude, pénible, fatigant »; E. *torpe* « lourd, pesant »; du L. *turpis*.

DORREA « tour, fortin »; E. *torre*; V. BRN. *tor*, *torr*; BRN. *tour*, du L. *turris*.

DORTHOLLO « grossier, inflexible », prob. apparenté au BRN. *tourdoulh* « cylindre de moulin », perpendiculaire à la trémie ou bâton du dévidoir. Ne disons-nous pas en FR., par une métaphore analogue, d'un homme désagréable à vivre, que c'est un « bâton d'épines ».

DOSTA « s'amuser »; étym. assez obscure. Nous croirions volontiers ce mot formé de DOI, déjà vu plus haut, et de la finale STA qui indique possession ou concomitance, comme p. ex.: URHESTA « doré », de URHEA « or »; LOHISTA « doueux » de LOHIA « doue ». DOSTA serait donc « faire ce qui plaît, ce qui convient ». D'autre part, ne pourrait-on pas être tenté de rattacher ce mot au BRN. *dous* « doux ». Dans cette hypothèse, « s'amuser » ce serait à faire ce qui semble doux ».

DRAGOA « coup de vin »; E. *trago* « coup, gorgée »; BRN. *tragou*.

DRAYA « petit plomb de chasse, dragée »; V. PR. *dragea*; CAT. *drageya*; E. *gragea* « petite dragée », du B.L. *dragata*, abrév. lui-même du GR. Τάργημα.

DUDA « doute, douter »; E. *dudar*; V. BRN. *doptar*; BRN. *doutta* « douter » et *doutte* « doute »; V. BRN. *doubte*, *dopte*; Cf. L. *dubitare*.

DUELA « douve »; E. *duela*; BRN. *doèle*; du L. *dolium*.

DUELA « duel » visiblement pris au FR.

DUPHA « tonnerre », prob. du FR. *douve*.

DUPHINA « pot-au-feu »; ce n'est, sans doute, que le diminutif du précéd.

DURDURIKA « bruit sourd, chanceler, s'affaiblir ». Etym. fort obscure. Faudrait-il rattacher ce mot à l'E. *tortola* « tourterelle »; BRN. *tourtère*. La finale KA est ablative; Cf. EGUNKA « jour par jour », de EGUNA « jour »; MEZUKA « en parlant au tuyau de l'oreille », de MEZUA « commission », etc. Quant à DURDURIKA, dans le sens de « chanceler, s'affaiblir », il pourrait bien se rattacher à une racine toute différente et répondre litt. à nos expressions « être tordu, aller de travers », ex.: E. *tuerto*, « tordu »; BRN, *tourteja* « boiter », du V. BRN. *torteiar*.

DURRUNDA « tonnerre ». Cf. E. *trueno*; BRN. *troos*; V. PR. *tron*. Le B. ancien n'admettait guère, on le sait, de doubles consonnes initiales et d'ordinaire il les séparait au moyen d'une voyelle euphonique. C'est ainsi que les termes latins *prædicare*, *fricare*, *probare*, sont devenus PHEDERIKA, PHEREKA, PHOROGA, etc. Le D final paraît euphonique.

Digitized by Google

DUTCHULUA « robinet, trou d'une gouttière ». Cf. E. *ducha* « gouttière » et le FR. « douche ». La finale ULU est incontestablement d'origine L. ; Cf. *grœculus, homunculus, musculus, u* Elle se retrouve en B. dans quelques substantifs ; Cf. GATHULUA « jatte » ; PHUCHULUA « entrave », du BRN. *pucheu, pouchiu* « empêchement, obstacle ».

M. Henri CHEVALIER

Ingénieur civil, à Paris.

ANALYSE DE L'OUVRAGE CORÉEN « TJIK SYENG HAING NYEN HPYEN NAN » (GUIDE POUR RENDRE FAVORABLE L'ÉTOILE QUI GARDE CHAQUE HOMME ET POUR CONNAITRE LES DESTINÉES DE L'ANNÉE)

— Séance du 10 août 1894 —

Cet ouvrage est un traité très populaire, très répandu parmi le peuple et la classe moyenne, qui ne ferait rien sans consulter le Guide ; l'auteur en est inconnu ; il est probable que c'est la traduction de quelque ancien ouvrage chinois.

L'édition que j'ai eu entre les mains est une édition bon marché fort mauvaise, elle contient de nombreuses erreurs qui rendent quelquefois le sens impossible à saisir. Sur les instances de M. Guimet, M. Hong Jong Ou, lors de son séjour à Paris, en a traduit les deux premiers chapitres ; après son départ, j'ai revu complètement cette traduction et essayé celle des deux autres chapitres. Ne pouvant donner une traduction complète à cause des nombreux passages qui laissent encore à désirer, j'en présente seulement une analyse qui permettra d'avoir une idée générale des superstitions de ce peuple si peu connu.

Le premier chapitre traite des mauvaises influences qui viennent assaillir les hommes et les femmes depuis leur dixième année jusqu'à leur mort et des moyens de les combattre ; pour cela il faut tenir compte de l'action des neuf étoiles, des douze Bouddhas et des douze nombres cabalistiques qui leur correspondent.

Supposons que le consultant soit un homme de trente et un ans :

« La trente-unième année de l'homme est régie par l'étoile du métal,

Digitized by Google

» Tai Syei Tji Posal (le Bouddha) et le nombre Tjin Song, la formule dit :
» Le faisan entre dans la chambre. »

En principe, c'est mauvais, car en entrant dans la chambre le faisan peut perdre la liberté et peut-être aussi la vie ; mais l'étoile du métal est toujours un heureux présage puisqu'elle doit tout faire réussir. Un voyage au loin fera gagner de l'argent et l'on obtiendra une place dans le gouvernement, perspectives aussi séduisantes en Corée qu'en Europe. La mauvaise influence reparaîtra en février et en mars (la consultation est toujours faite dans les premier jours de janvier) ; on risque d'être malade et de perdre de l'argent, défense est faite pendant ces mois de se servir de bois, le métal et le bois étant deux ennemis irréconciliables. Pour conjurer ces mauvaises influences, il n'y a qu'un seul jour propice dans toute l'année, c'est le 15 janvier (la pleine lune du premier mois) ; il faudra se prosterner quatre fois devant l'étoile du matin.

Le nombre Tjin Song indique qu'il ne faut pas construire de maisons ni faire de procès pendant l'année. Comme l'étoile du métal, il recommande un voyage à l'étranger ; il n'y aura donc pas à hésiter, d'autant plus que si l'on reste chez soi on sera malade.

Enfin, janvier et juillet (premier et septième mois) sont indiqués comme mauvais, il faudra agir avec une grande prudence et adresser ses prières à Tai Syei Tji Posal.

On voit par là que l'existence de celui qui veut se conformer aux avis du Guide n'est pas toujours des plus simples.

Pour une femme de trente et un ans, les résultats auraient été tout différents.

Le second chapitre est une méthode de divination basée sur les combinaisons des cinq éléments : métal, bois, eau, feu, terre ; pour chacune de ces combinaisons le traité donne une formule qui, malgré l'explication qui la suit, n'est pas toujours très claire.

Supposons que l'on obtienne au sort la combinaison métal, feu, terre. Le Guide dit : De même que la nouvelle lune devient la pleine lune, de même la destinée suit son cours tranquillement.

Explication : le croissant s'arrondit, toutes choses disparaissent pour faire place à de nouvelles. Vous vous marierez dans l'année.

Une note dit que cette méthode est aussi appelée augure de Kouan Yin. Or, au Japon, il est bon de remarquer que l'augure de Kouan Yin se pratique d'une manière toute différente et est basée sur l'interprétation du Yi King.

La troisième partie est la divination par les bois ou les lettres, dite méthode de Kouei Kou Sien Sang. Pour chacune des soixante-quatre combinaisons des quatre premiers nombres 3 à 3, on a une formule et une prédiction ou un conseil.

Digitized by Google

Si l'on amène, par exemple, les nombres 2, 1, 4, la formule est : La maison n'a pas de porte ; et la prédiction : Cette année vous ne serez pas heureux, difficultés, votre malheur vient de la grande Ourse.

Aux nombres 3, 3, 4 correspondent :

Le Bonze rentre dans le monde. Cette année, en déménageant, vous trouverez le bonheur.

Toutes les maladies étant causées par les démons, la quatrième partie donne pour chaque jour, suivant son rang et son caractère cyclique, ce que l'on doit faire pour les chasser.

On pourra tout d'abord repousser une partie des mauvaises influences en jetant dès le matin quinze sapèques enveloppées dans du papier blanc ou jaune, suivant la date à laquelle on est. Le Guide donne ensuite pour chaque jour le nom du démon influent, ce que l'on en doit craindre, enfin la manière de l'éviter ; mais cela ne suffit pas il y a des mauvaises influences qui proviennent du rang de l'année dans le cycle de soixante ans, il faut alors combiner les formules relatives au caractère cyclique et au caractère horaire.

La traduction de cette dernière partie est très difficile, aussi ne m'a-t-il pas encore été possible d'en déterminer complètement tous les détails ; je ne puis d'ailleurs compter que sur moi-même n'ayant pu trouver personne en France qui soit au courant de la langue coréenne.

M. J.-V. BARBIER

Secrétaire général de la Société de Géographie de l'Est, à Nancy.

LE PROJET DE CARTE DE LA TERRE A L'ÉCHELLE DU 1/1.000.000e

— Séance du 10 août 1894 —

AVANT-PROPOS

En 1891, M. le professeur Penck, de Vienne, présentait au Congrès international des sciences géographiques de Berne, le projet de création d'une carte de la terre à l'échelle de 1/1.000.000e. Une Commission internationale a été nommée pour examiner le projet et pour étudier dans quelle mesure chaque pays concourrait à l'exécution scientifique et matérielle de cette entreprise dont le principe avait été voté par le congrès. Pour la France, les membres de cette Commission sont :

Digitized by Google

MM. Maunoir, secrétaire général de la Société de Géographie de Paris, et Schrader, membre de la Commission centrale de cette Société.

La Société de géographie de l'Est a tout particulièrement répondu à cet appel, et son secrétaire général, M. Barbier, a l'honneur d'exposer au Congrès de l'Association pour l'avancement des sciences l'état de la question ainsi que les conclusions auxquelles la Commission dont il est le secrétaire rapporteur est arrivée (1).

Cette Commission est composée de M. C. Millot, ancien officier de marine, vice-président honoraire de la Société, chargé d'un cours de météorologie à la Faculté des Sciences de Nancy, *président;* de MM. Auerbach, professeur de géographie à la Faculté des Lettres de Nancy; G. Floquet, professeur de mathématiques à la Faculté des Sciences de Nancy; J. Thoulet, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, *membres;* enfin, de M. J.-V. Barbier, géographe, secrétaire général de la Société, *secrétaire-rapporteur*.

ÉTAT DE LA QUESTION

Dès le 25 juin 1891, M. Penck exposait, au Congrès national de Géographie qui se tenait à Vienne, son projet de carte de la terre au 1/1.000.000e, projet dont il avait résumé le thème dans l'*Allgemeine Zeitung* du 20 du même mois; c'est ce projet que son auteur a soumis à l'approbation du Congrès de Berne.

Si l'on admet, en principe, l'utilité, généralement reconnue d'ailleurs, de la création d'une carte du monde, on peut dire que l'économie générale de ce projet résulte directement de ce postulat. En voici les termes principaux :

1° Division de la surface de la sphère terrestre en un certain nombre de feuilles à une même échelle et, vraisemblablement, suivant un même système de projection, de sorte que toutes ces feuilles puissent recouvrir une sphère un million de fois plus petite que notre globe;

2° Réduction, à un minimum négligeable dans la pratique, des déformations subies par toute surface sphérique projetée ou développée sur un plan, mininum résultant de la grandeur même de l'échelle proposée ;

3° Calculs d'ordre technique concernant la construction de la carte; calculs d'ordre économique concernant les frais probables de premier établissement et de tirage, d'une part; de rémunération éventuelle, d'autre part.

Telles sont les basses essentielles du projet présenté aux Congrès de Vienne et de Berne, ou développé dans ses écrits par M. Penck.

Ce projet a donné lieu à une assez vive polémique, à laquelle ont pris part successivement MM. Forster, de Stuttgart, Lüddecke et Habenicht, de l'Institut géographique de Gotha, et Hammer, de Stuttgart (2).

D'ailleurs, toutes les critiques n'ont point ébranlé le projet du professeur viennois. Après l'approbation que ce projet a obtenue, en principe, au Congrès international de Berne, toute la polémique qui a suivi n'a fait que d'en provoquer une étude plus approfondie.

C'est ce que la Commission de la Société de Géographie de l'Est a tenté, pour sa part, sans se préoccuper, non seulement de ce qui s'était écrit sur le projet

(1) Cette Commission s'est inspirée des avis de M. le lieutenant-colonel du génie de Lannoy de Bissy, auteur de la carte d'Afrique à 1/200.000e, publiée par le Service géographique de l'armée, dont l'autorité a été invoquée par M. Penck.

(2) M. Barbier a parfaitement résumé les points délicats de cette polémique dans son rapport présenté à la Société de Géographie de l'Est et qu'elle a publié dans son *Bulletin*.

Digitized by Google

Penck, mais encore de son argumentation personnelle. Aussi, la justice qu'elle peut rendre, en somme, à notre confrère des bords du Danube, est d'autant plus grande que, sans avoir en rien subi l'influence de sa dialectique, elle s'est trouvée d'accord, dans la plupart des cas, avec lui.

EXAMEN DU PROJET CONFORMÉMENT AU PLAN D'ÉTUDES PROPOSÉ

QUESTIONS GÉNÉRALES

Ce premier paragraphe se divise en deux sections : 1° *Utilité générale d'une carte d'ensemble du globe*, et 2° *Utilité de la carte au point de vue français.*

Nous serons très bref sur cette double question. Le sentiment de notre Commission a été si unanime que tout d'abord il n'est venu à l'idée de personne qu'elle pût être scindée; aucune discussion ne s'est engagée sur l'un ou l'autre point, tant ils ont paru étroitement liés et tant chacun de nous, si diverses que fussent nos compétences ou nos aptitudes, comprenait l'utilité du projet. On ne conçoit pas, en effet, son utilité pour les autres pays si elle n'existe pas pour la France, et *vice versa*; on peut, au contraire, affirmer que la carte sera surtout utile à la France, grand pays de colonies; un des centres de l'activité humaine, de la vie industrielle et commerciale, centre ramifié vers tous les points de la terre un des plus grands foyers scientifiques qui rayonnent sur le globe.

Voici comment s'exprime à ce sujet l'un des membres de notre Commission, M. Auerbach :

« Cette carte sera l'image du monde, non du monde brut, tel que la nature l'a façonné, mais du monde transformé par l'homme. A la vérité, toutes manifestations de l'activité humaine ne sauraient y figurer, — quoique les feuilles de cet atlas universel puissent se prêter à l'expression de données statistiques, — mais celles surtout que les circonstances physiques ont, en quelque sorte, provoquées : ainsi les voies de communication, qui se modèlent sur le relief et qui ne le violentent en apparence que pour satisfaire à d'autres lois naturelles; les câbles jetés sur les fonds marins; les centres industriels qui sollicitent les forces motrices des torrents et qui peu à peu pénètrent la montagne. C'est ainsi que se justifie encore le mot du vieux maître Strabon : « La terre et la mer que nous habitons est le lieu des actions humaines (χωρά γὰρ τῶν πράξεων ἐστὶ γῆ καὶ θαλάττα ἣν οἰκοῦμεν). »

Cette carte sera aussi un merveilleux instrument de travail pour les géophysiciens et les cartographes; de repère pour les explorateurs; d'études

Digitized by Google

pour qui apprend ou enseigne la géographie, pour qui veut connaître une région et y voyager utilement; de renseignements pour quiconque, commerçant ou simple curieux, y cherchera et y trouvera ce qu'il cherche souvent et ne trouve pas toujours sur des cartes trop petites et insuffisantes, ou trop vastes et dispendieuses. On peut se faire une idée de ce qu'elle peut contenir sans surcharge et des avantages qu'elle présentera dans la pratique, quand on saura que, par exemple, la France y sera représentée linéairement dans la proportion de 3 à 2 par rapport à la carte de France de l'atlas Schrader, Prudent et Anthoine, ou du *Stieler's Hand-Atlas*, et superficiellement de 9 à 4. Et cependant si la division des cartes par 5° de Penck était adoptée, il ne faudra pas plus de 7 feuilles pour la France; 9 seulement si l'on admet la division par zone de 3° sur 5° (dans ces latitudes), format plus pratique, comme on le verra plus loin.

La Suisse y sera à peu près la même que dans le *Stieler's Hand-Atlas*, où elle est à l'échelle du 1/925.000e au lieu du 1/1.000.000e (superficiellement dans le rapport de 850 à 1000).

« En résumé, ajoute de son côté et en terminant M. Auerbach, cette carte, exécutée avec la perfection technique et la probité qu'impose une entreprise de si haute portée, non seulement servira la cause de la science, mais encore celle de la paix et du progrès. A la science, qui étudie la distribution des phénomènes et des êtres sur le globe, elle fournira un cadre aux contours précis et peut-être immuables, où se fixeront à leur place les types et les individus géographiques; à la paix, elle apportera un gage qui sera la communion de tous les peuples dans cette œuvre d'intérêt universel; — grâce à cette collaboration même, les litiges territoriaux seront réglés, les conflits prévenus peut-être et en tout cas circonscrits; — au progrès, enfin, elle donnera une impulsion nouvelle, car elle racontera les efforts accomplis à la fin du XIXe siècle; elle dirigera, elle éclairera les efforts qui restent à tenter à l'humanité pour se rendre maîtresse de la terre qui lui est dévolue. »

Toutes ces considérations nous dispensent d'entrer en plus de détails; elles répondent suffisamment aux questions subsidiaires qui se rattachent à ce paragraphe. Si grandes difficultés que présentent l'exécution et la tenue à jour de la carte, elles ne sauraient être mises en balance avec sa grande utilité; mais l'on ne saurait trop faire pour les atténuer, sinon pour les supprimer : notre Commission l'a essayé en conscience, sinon avec succès.

Il est certains points de ce paragraphe du programme dont nous n'avons pas encore parlé, parce qu'ils nous paraissent mieux en leur place dans le paragraphe suivant; tels sont l'adoption du système métrique pour les mesures de distance et des altitudes; point zéro ou point de départ des altitudes.

Digitized by Google

Ce report d'une question d'un paragraphe à l'autre, voire même la fusion de questions appartenant à plusieurs paragraphes, se présentera plus d'une fois. On ne saurait s'en étonner, tant la connexité, la solidarité même qui relie les divers éléments du problème est étroite, inévitable.

II

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

Ce paragraphe comprend : *système de projection, méridien initial, unité de mesure* et *choix de l'échelle.*

Le choix du système de projection a une importance considérable, et l'on peut dire que l'économie de l'entreprise s'y résume tout entière. Mais ce système dépend beaucoup, à son tour, des dimensions des feuilles de la carte, en ce sens que de ces dimensions dépend elle-même l'ampleur ou la nature des déformations de la surface sphérique. D'autre part, si elles sont grandes, ces feuilles seront d'un maniement difficile ; si elles sont petites, elles seront d'un emploi plus commode, moins coûteuses d'achat, mais alors tellement nombreuses que tous ces avantages en seraient atténués par l'augmentation des frais de premier établissement, de papier et de tirage. Cependant, les cartes de faible dimension offrent cette supériorité, quel que soit le système de projection adopté, que les déformations seront moins considérables et, par conséquent, les contours comme les surfaces d'autant plus près de l'exactitude mathématique. Il y a donc là un choix judicieux à faire.

La sphère ou ellipsoïde terrestre, dont il s'agit de développer la surface, a une circonférence de 40 mètres et un diamètre moyen de $12^m,735$. C'est une sphère de la grandeur de celle qui a figuré à l'Exposition universelle de 1889. Sur cette sphère, des sections restreintes, inférieures à 10° par exemple, paraissaient relativement plates et les feuilles de l'atlas Schrader, Prudent et Anthoine ou de celui de Stieler pouvaient s'y appliquer sans déchirure, sans plissement sensible.

Cette constatation a son prix. Il en résulte, en effet, que le partage de la surface terrestre en sections ou facettes, se rapproche beaucoup plus d'un *développement* que d'une *projection* proprement dite. Et comme il ne peut y avoir identité absolue entre un segment sphérique et la surface de développement correspondante, il s'agit simplement de donner à celle-ci un tel degré d'approximation que, selon l'expression adoptée par notre Commission, *cette approximation reste en deçà de la limite des erreurs de mensurations eu égard à l'échelle adoptée*, voire, surtout, en deçà des variations bien connues de la dilatation du papier suivant son dégré d'hygrométrie et le sens dans lequel il a été laminé.

Digitized by Google

Tant pour la rectitude des configurations que pour la corrélation à maintenir avec les feuilles latérales, il importe que les sections de méridien soient des lignes droites, et que les courbes de développement des parallèles soient, en leur point de rencontre avec les méridiens, normales à ces derniers. Cette considération majeure a amené notre Commission à écarter *a priori* la projection polyédrique, azimutale ou centrale. Dans cette projection les méridiens restent rectilignes à la vérité, mais les parallèles prennent une forme ellipsoïdale et divergente qui s'accuse davantage vers les extrémités de la carte et fait cesser tout parallélisme. Sans doute, ces déformations sont peu sensibles sur des segments n'excédant pas 5°, division proposée par Penck ; mais comme ce système présente plus qu'aucun autre des écarts dans l'assemblage de plusieurs feuilles, notre Commission lui préfère le système *polyconique* ou *tronconique* qui maintient la rectitude des méridiens et le parallélisme des cercles de latitude.

Ce dernier système a été préconisé près de notre Commission par son rapporteur même. En l'adoptant, elle a tenu à ce que la priorité en soit d'autant plus acquise à ce dernier qu'elle remonte à seize ans et plus. Il n'est que juste de rappeler ici, en effet, que bien avant M. le professeur Penck, l'auteur de ces lignes prenait date, — par une communication faite à la Société de Géographie de Paris, en 1878, — pour un *système de développement de la surface terrestre par zones coniques à une même échelle* (1). L'expérience des années suivantes l'amenèrent, en 1883, à présenter, sans rien changer au fond, des perfectionnements au tracé primitif. C'est ce qui a fait l'objet d'un travail refondu publié dans le *Bulletin de la Société de Géographie de l'Est* de la même année (pages 396 et 661). Il s'agissait là, spécialement, d'un plan d'atlas universel qui ne devait guère dépasser, en importance, celui de Stieler et dont l'échelle était cinq fois plus petite que celle dont il est question aujourd'hui. La sphère y était divisée par zones coniques de 20° au lieu de 5° comme dans le projet Penck ; les déformations devaient naturellement y être plus grandes et les calculs faits il y a onze ans aujourd'hui, par l'auteur, les avaient réduites à leur minimum, en donnant aux sections méridiennes leur longueur réelle et en faisant les segments représentés par chaque feuille équivalents en superficie aux segments correspondants de la sphère.

C'était la première fois, pensons-nous, qu'il s'agissait de ce procédé d'adaptation de la projection conique au développement de la surface terrestre entière ; on peut donc s'étonner que les géographes allemands ne l'aient aucunement rappelé.

M. le professeur Penck, et aussi les détracteurs comme les enthousiastes

(1) Il a fait l'objet d'une communication au Congrès géographique de Lyon en 1881, dans la salle même où étaient exposés les travaux cartographiques de M. J.-V. Barbier.

Digitized by Google

de son projet, se sont très étendus — les uns pour les exagérer, les autres pour les atténuer — sur les difficultés d'assemblage des cartes appartenant à un même fuseau sphérique, difficultés plus grandes encore quand il s'agira de grouper des cartes appartenant à des fuseaux différents, — et cela en raison de ce que ce système de développement établit une différence de courbure pour un même parallèle situé à la limite de deux zones contiguës. Il n'est pas besoin de nous livrer ici à des séries de calculs, — que M. Penck a fait d'ailleurs, que M. Hammer a complétés, et cela nous paraît suffire une fois pour toutes, — pour démontrer qu'en adoptant la division de la surface terrestre par feuilles de 5° en longitude et en latitude, même dans les zones voisines de l'équateur, la différence de courbure d'un même parallèle commun à deux zones est absolument insensible à l'œil. La juxtaposition des feuilles d'un même fuseau, en leur méridien central, présenterait à peine un écart d'un demi-millimètre à l'extrémité de chaque carte, écart inférieur à l'extension possible du papier sous l'influence de la plus légère humidité.

L'auteur, comme ses critiques, n'ont point songé qu'en dehors de la nécessité, qui se présente assez rarement d'ailleurs, — comme nous le ferons ressortir dans un instant, — d'assembler deux ou quatre feuilles, le cas le plus fréquent est celui qui consiste à se rendre compte de la position respective de deux lieux, voire de mesurer la distance qui les sépare, ou de raccorder deux sections d'un même cours d'eau, d'une même voie de communication. Dans l'hypothèse même d'un écart beaucoup plus grand entre les feuilles d'un même fuseau, on peut avoir la distance de deux lieux à une approximation infinitésimale en juxtaposant ces feuilles au méridien dont le point d'intersection avec le parallèle commun est en ligne droite avec les deux lieux dont il s'agit. Et comme, dans l'universalité des cas, on ne découpera pas les feuilles pour procéder à une juxtaposition accidentelle et passagère, mieux vaut déterminer ce point empiriquement (1), puisqu'il ne saurait jamais s'agir, à une échelle relativement si petite, d'une mensuration comportant la rigueur d'une opération géodésique.

Il est bon d'ouvrir ici une parenthèse pour signaler la disposition proposée par M. Hammer. Celui-ci, se basant précisément sur la très faible différence de courbure des parallèles communs à deux zones, développe ce parallèle dans l'une et l'autre zone contiguës, en prenant pour rayon la tangente de l'angle complémentaire. La conséquence est qu'il reporte,

(1) Du premier lieu A, situé sur la zone supérieure, mener une ligne parallèle au méridien du second lieu B, situé sur la zone inférieure; partager la distance qui sépare le point d'intersection de cette ligne avec le parallèle commun, du point d'intersection du méridien du lieu B avec ce même parallèle commun, en proportion des distances des deux lieux A et B audit parallèle commun : le point qui en résulte peut être, dans la pratique, considéré comme situé sur l'arc de grand cercle sur lequel se trouvent A et B. *(Note de l'auteur.)*

Digitized by Google

entre les parallèles extrêmes d'une même feuille, l'écart qu'il y a, dans le système Penck, entre deux feuilles d'un même fuseau. Il lui faut, en outre, incurver en dehors, à peu près d'une même quantité, les deux méridiens extrêmes de chaque feuille et reproduire, en une certaine mesure, entre deux feuilles d'une même zone, les écarts que nous constations tout à l'heure entre les feuilles d'un même fuseau. Nous ne voyons pas trop ce que l'on gagnerait à ce système et nous voyons bien ce que l'on y perdrait : nous fermons donc la parenthèse.

On ne s'explique pas du tout, du reste, l'importance attachée par M. Lüddecke à ce détail d'assemblage des cartes ; encore moins l'âpreté de sa controverse sur ce point. Déjà M. Habenicht avait fait justice des objections de son ancien collègue de l'Institut de Gotha : « Pendant trente-trois années d'activité comme dessinateur de cartes à l'Institut de Perthes, — dit-il, — dont vingt années sous la direction de Petermann, il ne m'est pas arrivé une seule fois que quatre sections, au plus, d'une carte de l'échelle et du style du projet de Penck aient été assemblées pour l'usage ; je me rappelle que cela est arrivé seulement dans un but d'exposition. »

L'expérience du cartographe allemand est probante ; mais nous n'avions nul besoin de la connaître pour fixer nos idées sur ce point. Alors même qu'il est indiscutable que les différences signalées plus haut ne sont point de nature à gêner un entoileur de cartes, — l'extension très fantaisiste du papier mouillé lui créant bien d'autres difficultés, — on aura d'autant moins le besoin et le désir de découper le cadre d'une carte et d'autant plus de facilité de passer de l'une à l'autre qu'on adoptera le moyen recommandé vivement par notre Commission. Il consiste à reproduire, sur le pourtour de chaque carte, une étroite bande de toutes les cartes voisines ; nous disons « étroite » pour qu'il en soit donné juste ce qu'il en faut pour aider le lecteur à se repérer, sans augmenter sensiblement le prix de revient de chaque feuille.

C'est ce qui constitue une supériorité relative aux feuilles de la carte de France de l'atlas publié chez Hachette sur celles de la carte de France de l'atlas publié à Gotha. Coupées systématiquement à la ligne de raccordement, toutes les feuilles susceptibles d'assemblage de ce dernier atlas présentent au lecteur une très grande difficulté, surtout dans les parties un peu chargées, pour se repérer de l'une à l'autre. Nous estimons indispensable qu'une bande de $0^{m},01$ sur le pourtour des feuilles de la carte du monde au $1/1.000.000^{e}$ reproduise la partie correspondante des feuilles voisines ; le lecteur aurait sous les yeux, de ce chef, une partie de vingt kilomètres de largeur commune à toutes les feuilles. Cela coûtera peut-être quelques frais supplémentaires de gravure ; mais cela fait disparaître tant d'autres inconvénients et objections qu'il n'y a pas d'hésitation possible sur ce point.

Digitized by Google

Nous n'avons rien dit jusqu'ici de la construction même de la carte, c'est-à-dire de la technique de l'établissement des zones coniques, plus exactement des surfaces de troncs de cônes correspondantes à chaque zone.

Il y a, pour chaque *zone sphérique*, deux *zones coniques* correspondantes : la *zone inscrite*, qui a pour génératrice le double sinus de 2°30′ si les zones ne sont de 5° en latitude, de 1°30′ si les zones ne sont que de 3°, comme dans le projet primitif de Penck dont nous aurons à reparler ; puis la *zone circonscrite*, ou tangente, qui a pour génératrice la double tangente des mêmes angles respectifs pour chaque zone. Dans la *zone inscrite*, les sections de méridien sont plus petites que les sections correspondantes sur la sphère ; les deux parallèles extrêmes sont identiques à ceux de la sphère. Dans la *zone circonscrite*, les sections de méridien sont plus grandes que sur la sphère, ainsi que les parallèles, sauf le seul parallèle moyen commun à la zone conique et à la zone sphérique. De sorte que la *zone inscrite* a une *superficie inférieure*, la *zone circonscrite* une *superficie supérieure* à celle de la zone sphérique correspondante. M. Penck, qui n'a pas hésité à choisir la *zone inscrite*, a fait des calculs d'où il résulte que la différence serait de 635 millionièmes dans la division par 5° sur 5°, de 228 millionièmes seulement dans la division par zones de 3° de latitude (1). Si faible qu'elle soit, il nous semble qu'il y a autant d'intérêt que peu de difficulté à la réduire, sinon même à la faire disparaître complètement. Entre la *zone inscrite* trop petite (avec *méridien trop petit*) et la *zone circonscrite* trop grande (avec *méridien trop grand*), il y a place pour une *zone sécante de même superficie que la zone sphérique*, avec *deux parallèles communs équidistants des deux extrêmes* et des sections de méridien n'ayant avec celles de la sphère qu'une différence infinitésimale.

De tous les problèmes soulevés par le projet du professeur Penck, celui du choix du méridien initial est, à la fois, l'un des plus importants, des plus délicats, sinon des plus irritants. Il va de soi qu'il faudra bien se mettre d'accord une fois pour toutes sur ce point, au sujet d'un atlas universel par son contenu, par les nombreuses collaborations auxquelles il devra l'existence et par l'universalité même de ses lecteurs.

Ainsi qu'il est rappelé dans le rapport de M. Floquet sur l'*unification internationale de l'heure*, lors du Congrès de Washington, en 1884, la France, par l'organe de son représentant attitré, défendit la proposition d'un méridien neutre. Notre Commission estime que, neutre ou non, ce

(1) Nous n'avons point vérifié les calculs de M. Penck, qui ne les détaille pas suffisamment pour qu'on puisse les suivre ; mais nous les croyons, *a priori*, un peu au-dessous de la vérité. Un calcul provisoire nous donne, pour une feuille de 3° sur 4° à l'équateur, une différence d'environ 20 millimètres carrés de moins que la surface sphérique correspondante, soit 1/600,000e (sauf erreur). En tout cas, il n'y a pas lieu de s'y arrêter du moment que nous proposons plus loin de calculer la zone conique de manière qu'elle ait une équivalence absolue en superficie.

Digitized by Google

méridien doit être aussi maritime que possible. Il y aurait un avantage incontestable, en effet, sinon à supprimer complètement la notation de longitude E. et de longitude O., qui d'ailleurs ne correspond à rien dans la nature, à tout le moins à faire en sorte qu'un même continent soit, autant que possible, tout entier à l'E. ou tout entier à l'O. du méridien initial. L'idée d'établir l'observatoire initial en un point continental quelconque, sous prétexte d'en assurer la stabilité et d'en faire le point de convergence de toutes les observations, n'a aucune valeur scientifique, tous les observatoires nationaux, dûment repérés, pouvant conserver leur autonomie et leur indépendance. S'ils devaient être exposés à les perdre, ce serait justement dans le cas où cet observatoire continental appartiendrait à une puissance capable d'une absorption telle que toute émulation, tout contrôle et, partant, tous les progrès journaliers dans les sciences géographiques et connexes en seraient gravement compromis. Point n'est besoin d'ailleurs d'établir un observatoire initial : c'est l'ensemble des distances du méridien initial aux grands observatoires du globe qui définira rigoureusement ce méridien.

D'ailleurs, notre Commision estime que la France ne saurait, par un sentiment de patriotisme qui ne lui paraît pas de mise ici, se tenir à l'écart du concert à peu près unanime aujourd'hui des autres pays, et vraiment, si nous devions rester les seuls à nous refuser à accepter le méridien de Greenwich, il faudrait renoncer à tout jamais à participer aux grands travaux de météorologie nautique, — pour ne parler que de ceux-là, — et à contribuer aux grands progrès géographiques dont la carte au 1/1.000.000e n'est probablement que l'introduction.

Mais entendons bien que cela n'exclut pas le méridien maritime; cela implique seulement que ce méridien pourrait être placé au milieu d'un océan à un multiple exact de 5° à l'O. de Greenwich, car c'est par secteur de 5° en 5° à compter de Greenwich que sont centralisées les observations nautiques des marines européennes, autres que la France, et de la marine des États-Unis. On a beaucoup recommandé le méridien du détroit de Behring; mais il sera inapplicable tant qu'on n'adoptera pas la notation des degrés de 0° jusqu'à 360° en supprimant les expressions conventionnelles de longitude orientale et de longitude occidentale. Son prolongement coupe en effet l'Europe en deux. Du reste, pour correspondre à un multiple de 5° à l'O. de Greenwich, il faudrait le reporter sur le continent asiatique, à une petite distance en deçà du Cap Oriental.

Reste le méridien atlantique. Le plus convenable paraît être le 25° à l'O. de Greenwich, lequel effleure les Açores et l'Irlande à l'O., et ne coupe qu'une partie du Groënland. Son prolongement coupe, d'autre part, l'extrémité occidentale de la Sibérie et, passant par le détroit d'Amphitrite, vers l'extrémité orientale des Kouriles, il traverse le Pacifique, partage en

Digitized by Google

deux l'île de Bougainville et laisse l'Australie à l'O., la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande à l'E.

Dans son même rapport, M. Floquet a fait ressortir que les Anglais, si jaloux de la préférence en faveur de leur méridien, ne se soucient guère de réaliser l'unité chez eux-mêmes : l'Irlande se règle sur l'heure de Dublin. Bien plus, tous les vœux et toutes les incitations les plus pressantes des congrès, la promesse même de leurs délégués en faveur de l'adoption du système métrique par la Grande-Bretagne, sont restés lettre morte. Et, tandis que tous les pays européens qui ont consenti à l'adoption du méridien de Greenwich, se sont empressés de tenir leurs engagements, les Anglais, sous des prétextes que l'on peut trouver insuffisants, se sont dérobés quand il s'est agi de mettre les leurs à exécution.

Dans ces conditions, notre Commission est d'avis que la France adhère au projet Penck; mais elle n'accepte à titre transactionnel un méridien maritime dérivé d'un multiple de 5° à l'O. de celui de Greenwich, qu'après avoir reçu l'assurance formelle que, sur toutes les feuilles de la carte et particulièrement sur celles dont l'exécution incombera à la Grande-Bretagne les notations de distance, d'altitude et de profondeur, de même que les courbes de niveau figurant le relief ou les fonds, seront établies suivant le système métrique décimal.

La Commission aussi, sans en faire une stipulation de rigueur, souhaiterait que l'on figurât, dans toutes les cartes du monde, la notation d'après le méridien de Paris sur le cadre même de chacune d'elles, et que, dans toutes celles afférentes à la France et à toutes ses colonies (protectorat, zones d'influence, etc.), on traçât les méridiens d'après celui de Paris en une couleur spéciale, — de préférence en une des couleurs qui entreront dans le tirage, — et en tant que l'harmonie générale n'aurait pas à en souffrir.

La Commission a complètement réservé une question connexe à celle-là, dont le programme d'études ne fait pas mention : nous voulons parler de la division décimale appliquée à la circonférence terrestre. Elle a approuvé d'ailleurs les conclusions du rapport de M. Floquet sur la division décimale du temps (voir *Bulletin de la Société de Géographie de l'Est*, 1er et 2e trimestres 1894, p. 109) et ne peut que les rappeler ici. En l'état actuel, la division en 360° paraît devoir, bien longtemps encore, servir de canevas à toutes les publications géographiques d'un caractère essentiel d'universalité.

Nous avons rattaché à ce paragraphe du programme la fixation du *point zéro* ou point de départ des cotes d'altitude et de profondeur. La Commission a été d'avis que le zéro de Marseille, établi à la suite du nivellement de M. l'ingénieur Lallemand, paraissant être admis aujourd'hui par tous les étrangers, doit être adopté de préférence. Toutefois,

Digitized by Google

elle émet le vœu qu'étant données les conditions précaires dans lesquelles ce zéro est installé, il soit relié à d'autres points situés à proximité et présentant toute la stabilité requise. On sait que le zéro d'Amsterdam est mis à l'abri des plus hautes marées.

La dernière partie du second paragraphe du programme est ainsi conçue : *Choix de l'échelle : échelle unique ou variable.*

Nous n'avions pas bien compris, tout d'abord, la dernière partie de cet énoncé. Du moment que l'on avait à étudier les conditions d'exécution d'une *carte de la terre au* 1/1.000.000e, il nous paraissait y avoir là une certaine contradiction. MM. Maunoir et le général Derrécagaix, consultés, nous expliquèrent que, en raison des critiques de M. Lüddecke sur l'inutilité, à son avis, de donner à la même échelle que toutes les autres cartes celles des régions les moins connues, on avait jugé bon de poser la question aux sociétés.

Malgré notre propos délibéré de nous tenir à l'écart de la polémique engagée au delà du Rhin, il nous fallait, bon gré mal gré, discuter sur ce point les critiques du géographe de Gotha.

Notre Commission a été unanime pour conserver l'unité absolue d'échelle. Admettre, en effet, la variété d'échelle, c'est remettre en question le projet tout entier. Sans doute, c'est bien à quoi tend M. Lüddecke et nous savons quel acharnement il y apporte. Mais la considération que nous avons fait valoir au premier paragraphe, celle aussi concernant la notion toujours imparfaite qu'en ont même les gens du métier des étendues figurées à diverses échelles et de l'état de nos connaissances sur des pays représentés en des cadres disparates ; les difficultés, pour ne pas dire les impossibilités, qui s'opposent au rapprochement de cartes construites à des échelles et, forcément, avec des systèmes de projection différents ; toutes ces considérations ont été absolument décisives, aux yeux de notre Commission, pour demander le maintien intégral de l'échelle du 1/1.000.000e, même — encore un peu nous dirons surtout — les cartes des océans. Sans doute il n'y aura que peu de chose sur ces cartes : en tout cas, il ne s'en trouvera aucune de blanche, car il n'existe aucun espace des mers de 5° carrés où la géographie maritime, l'océanographie, la météorologie nautique n'aient quelques indications à porter. Sans doute aussi, pour le grand nombre, ces indications seront réduites à quelques points de repère ; mais ces points de repère constituent les jalons sur lesquels viendront se greffer peu à peu les observations quotidiennes de nos marins. Ces feuilles quasi-blanches seront les pages à remplir du grand livre de la nature ; elles seront dispersées sur les navires de toutes les nations qui y consigneront *dans un même formulaire*, le résultat de leurs sondages, de leurs recherches océanographiques, leurs relevés sur les courants marins et aériens, les phénomènes incessants de la météorologie.

Digitized by Google

Il en va de même, *a fortiori*, des feuilles quasi-blanches de certaines parties des continents; cependant M. de Lannoy de Bissy, — dont M. Penck invoqua l'exemple et l'autorité, tandis que le géographe de Gotha n'en paraît faire qu'un cas très secondaire, — M. de Lannoy de Bissy, disons-nous, a démontré qu'une carte d'Afrique au 1/2.000.000e est devenue insuffisante tant sont serrés, par endroits, les itinéraires des voyageurs et les points relevés par eux. Est-ce que, justement, tous ces itinéraires, ramenés à une échelle unique et suffisante pour guider ceux qui les utiliseront, ne présenteront pas un avantage sérieux, positif, aux voyageurs et aux colons de tous pays ?

III

QUESTIONS CARTOGRAPHIQUES

Ce paragraphe comprend : 1° *Nombre et division des feuilles;* 2° *Contenu des feuilles;* 3° *Orthographe des noms;* 4° *Lettres de la carte;* 5° *Rédaction du plan de construction de la carte* avec toutes les questions subsidiaires. De ce thème, les parties 1° et 5° au moins sont étroitement connexes et seront naturellement traitées ensemble, le nombre et la division des feuilles se rattachant au plan de la carte.

De quelle étendue seront les zones et les cartes qui la composeront ? Notre Commission, prenant pour type le plus pratique, le format des deux atlas français et allemand précités — qui est aussi celui de la carte du Ministère de l'Intérieur, s'était primitivement arrêtée à la division par zones de 3° en latitude avec sectionnement par feuilles de 4° en longitude à l'équateur, sauf dans les zones qui s'en éloignent, à prendre successivement 5°, 6°, 8°, 10° (c'est-à-dire des diviseurs exacts de 360°) en largeur, à mesure que le rapprochement des longitudes permettait d'englober un plus grand nombre de degrés dans le cadre des cartes de la zone équatoriale. Cela avait pour inconvénient de ne pouvoir faire correspondre les cartes d'un même fuseau, — encore qu'un point de repère apparent correspondant aux méridiens extrêmes des feuilles voisines suffirait pour pallier la difficulté, — justice étant faite, d'ailleurs, de la prétendue nécessité de grouper symétriquement des feuilles ensemble. Par contre, cela avait pour avantage *de donner des feuilles plus également remplies* et de diminuer le nombre des feuilles qu'entraînait un sectionnement par zones de 3°. Bien plus, avec ce format, les déformations ou écarts, — peu importants, comme nous l'avons vu, par la division en zone de 5°, — disparaissent ici absolument. Enfin, dans l'hypothèse, sinon dans la conviction, que la carte sera tirée en plusieurs couleurs, il y a nécessité absolue, *en vue de la précision des repérages des diverses planches*, de faire les feuilles du plus petit format possible.

Digitized by Google

Ces considérations, qui paraissent décisives pour les feuilles continentales, étaient-elles applicables aux feuilles océaniques? Il s'agit moins ici d'avoir une carte d'un format pratique, maniable, portative, peu dispendieuse relativement, que de confectionner un instrument s'adaptant à des besoins et des travaux spéciaux, pouvant atteindre sans difficulté le format de nos cartes marines, et qui, naturellement, tiré en un très petit nombre de couleurs, ne présente pas, comme les feuilles continentales, les mêmes aléas de repérage. Et si un autre format s'impose, celui de 5° sur 5° en particulier, ce n'est point pour les raisons, assez peu décisives, à notre avis, qu'en a données M. Penck.

Celui-ci, en effet, pour expliquer son évolution, — car il avait, lui aussi, au début, préconisé la division par feuille de 3° en latitude sur 5° en longitude, — dit ceci : « Si l'on adopte les zones de 3° de hauteur sur 4° de largeur, les feuilles atteindront, dans les latitudes moyennes, le format du folio (ceci résulte de ce que, dans son projet, M. Penck maintient la juxtaposition des feuilles dans le sens des fuseaux et se contente de prendre des sections de 10° et de 20° à partir du 60° et du 80° N. et S.); elles seraient donc trop petites comme cartes générales. Si, par *contre*, on choisit comme hauteur de la zone et comme largeur de la colonne (fuseau) 5°, on obtient aussi, pour les latitudes moyennes, des feuilles qui ne sont pas trop petites et qui correspondraient, quant au format, à la carte de l'Europe centrale de l'Institut militaire de Vienne et à celle, en feuilles d'un degré, de l'Amérique du Nord. Il faut ajouter que la division de la carte en trapèzes de 5° permet un groupement qui donnera de bonnes vues d'ensemble, qu'elle s'adapte facilement au système décimal (?); qu'en outre elle réduit considérablement le nombre des feuilles en comparaison de la division en zones de 3° (sur 4°). Ces considérations ont engagé l'auteur à recommander, à Berne déjà, en opposition avec son premier projet, l'adoption de ce trapèze de 5°. »

Eh bien! nonobstant ces « considérations », la première idée de M. Penck était la bonne, d'autant plus que les feuilles océaniques n'entrent pas dans son projet. *La division par 5° s'adapte facilement*, selon lui, *au système décimal*. S'il s'agissait d'établir des zones de 4°30′, selon la division par 360°, nous le comprendrions, parce que cette hauteur de 4°30′ correspondrait à celle de la zone de 5 grades. Le jour où l'on déciderait d'adopter la division de la circonférence terrestre en 400 grades, à titre transitoire, on pourrait figurer — nous souhaiterions, pour notre part, que ce fût *dès maintenant* — cette division centésimale dans le cadre des cartes. Autrement, nous avouons ne pas saisir la portée de cet argument.

Quant aux vues d'ensemble plus grandes, nous croyons sincèrement qu'une division de la terre où la Suisse tout entière tiendra dans une feuille, est déjà quelque chose. En outre, M. Penck perd de vue que les

Digitized by Google

difficultés d'assemblage de plusieurs feuilles, qui ont fourni tant d'arguments à ses critiques, sont d'autant moindres que le format est plus petit. Enfin, il nous paraît lui-même s'être trop préoccupé de l'assemblage dans le sens d'un fuseau. S'il craint que le défaut de symétrie dans la disposition des cartes soit un obstacle à la vente en vue de l'assemblage, on peut lui opposer l'argument de Habenicht, à savoir: qu'on n'aura pas souvent l'occasion de le faire. Mais, en admettant qu'il y ait un besoin réel de réunir les cartes d'un même pays, la division que nous avons proposée plus haut n'exclut pas la création de cartes fragmentaires, par voie de report, des parties nécessaires pour compléter symétriquement les feuilles d'assemblage d'un même pays, ou, si l'on préfère, de diviser les feuilles, sans sortir du cadre maximum indiqué, de façon à donner satisfaction aux desiderata nationaux.

D'ailleurs, en ces matières complexes, il faut se garer des systèmes absolus. Aussi, admettant quelque tempérament dans le mode de division que nous avons préconisé, — sans préoccupation d'assemblages en fuseaux, — nous proposons une disposition intermédiaire qui comporte un peu d'élasticité dans le cadre, sur deux zones seulement, et qui permettra de se rapprocher, pour nombre de pays, de l'assemblage en fuseaux et par zones tout à la fois.

De 0° à 30°,	10 zones	de feuilles	de 4°	en longitude;
De 0° à 60°,	10	—	de 5°	—
De 60° à 69°,	3	—	de 8°	—

De 69° à 72°, 72° à 75°, 75° à 78°, 78° à 81°, 81° à 84°, de 84° à 87° et de 87° à 90°, une zone pour chaque, respectivement de 10°, 12°, 15°, 20°, 24°, 40° et 90° en longitude. Or, entre le 30° et le 60° (1) sont compris la Méditerranée, tous les pays de l'Europe méridionale, tous ceux de l'Europe orientale et centrale, et les États-Unis : voilà les pays où il nous semble que, s'il y a des chances de vendre des feuilles en vue d'assemblages par États, c'est dans ceux-là qu'on les trouvera. En ce qui concerne la France, ses grandes colonies africaines, l'Algérie et la Tunisie font partie de cet ensemble ; le Maroc lui-même y est presque compris en entier.

Donc, en sa partie essentielle, — *mais par zones de 3°*, — ce plan respecte le projet Penck ; il en a tous les avantages, sauf celui du nombre de feuilles qui est plus grand (nous verrons tout à l'heure dans quelles limites), et les feuilles restent établies dans les conditions que nous avons exposées plus haut.

Mais, encore une fois, il ne s'agit ici, — comme dans le projet Penck, — que des cartes continentales, y compris, bien entendu, les mers inté-

(1) Du 30° au 33°, les feuilles auront exceptionnellement 0m,480 au lieu de 0m,445 de largeur.

Digitized by Google

rieures. Dans la division par 5° en tous sens, sauf à doubler le nombre des méridiens à partir du 60°, comme le fait le géographe viennois, il arrive à un total de 880 feuilles ; mettons 900 en chiffres ronds. Si toutes les feuilles de notre plan, par 3° sur 4° à l'équateur, suivaient la même gradation, c'est-à-dire n'augmentant le nombre de degrés de longitude qu'à partir de 60°, il nous faudrait environ 1.875 feuilles, le rapport des superficies étant de 12 à 25. Mais comme nous diminuons le nombre des feuilles à mesure que celui des longitudes augmente dans chacune d'elles, — comme nous venons de l'expliquer, sans nous livrer à un calcul de détail, comme l'a fait M. Penck, — nous pouvons, par une évaluation approximative, faire suffisamment ressortir les avantages de notre répartition.

Si nous devions couvrir toute la sphère avec nos feuilles de 3° sur 4° à l'équateur. et d'après l'accroissement sus-indiqué, il faudrait environ 3.800 feuilles (exactement 3.782) contre 2.000 (exactement 2.006), d'après la répartition de Penck. Dans cette proportion et si l'on tient compte que nous aurons, avec des zones de 3°, moins de place perdue qu'avec des zones de 5°, les 1.875 feuilles de tout à l'heure sont ramenées à 1.600 environ. Eu égard aux avantages que nous avons signalés plus haut en faveur de notre répartition, nous croyons qu'il n'y a pas à hésiter à l'adopter pour les continents.

Et les feuilles océaniques ? — Les feuilles océaniques doivent être faites par zones de 5° de latitude, sectionnées par 5°, par 10° et 20°, etc., de longitude, à partir du 60° latitude, — comme Penck l'a dit pour les autres feuilles, — non point pour les raisons qu'il a données, puisqu'il ne se préoccupait pas des océans ; mais, — nous le répétons, — parce que tous les travaux océanographiques, toutes les observations de la météorologie nautique, en un mot, tous les documents concernant l'hydrographie et la climatologie des océans sont en majeure partie centralisés dans des secteurs de 5° en 5°.

Mais alors, comment concilier les deux systèmes? On aura donc deux formats pour l'atlas de la terre ? Comment se rapporteront entre elles les zones littorales ?

Nous n'imaginons pas que jamais on ait la fantaisie de faire relier en un seul volume les 2.006 feuilles qu'il faudrait pour couvrir le monde suivant le système Penck, ni même les 880 feuilles qu'il lui faut pour les continents. D'ailleurs, les cartes marines répondent à d'autres besoins, sont destinées à d'autres travaux et, vraisemblablement, à une autre clientèle. En tout cas, dans l'hypothèse même où l'on voudrait faire un atlas des 1.600 feuilles continentales suivant notre système et des 1.300 feuilles océaniques suivant le système Penck, il n'y a nul inconvénient à ce que celui-ci soit un peu plus grand que celui-là.

Digitized by Google

Nous disons 1.300 feuilles au lieu de 1.120 environ, d'après le calcul de Penck, parce qu'on sera dans l'obligation de reproduire, sur les feuilles océaniques littorales, la bordure terrestre qui y confine, soit que l'on procède à la reproduction de ces parties par voie de report, soit que l'on se contente de dessiner les contours de la côte en couvrant la partie terrestre d'une grisaille, comme dans les cartes marines. La dépense pour les feuilles océaniques sera si faible par rapport à celles des feuilles continentales, qu'il y a pas lieu de s'arrêter à cet obstacle.

Sous la réserve de donner plus tard, en temps opportun, quand nos grandes lignes seront adoptées, — si elles doivent l'être, — un travail de répartition par le menu de toutes les feuilles de cette vaste carte, nous voulons citer un exemple. Supposons admis, comme méridien initial, le 25° (méridien atlantique) ou le 170° (méridien du Pacifique, Cap Oriental) à l'O. de Greenwich. Le 10° à l'O. de Greenwich sera devenu le 15° à l'E. du méridien atlantique ou le 160° longitude (notation de la division du cercle en 360°); mais peu importe. A ce 15° E. du méridien atlantique viennent aboutir les feuilles océaniques du fuseau de 10° à 15° et les feuilles continentales s'étendant du 30° au 60° (Maroc, Espagne, France, Grande-Bretagne), les premières aboutissant successivement au 35°, 40°, 45°, 50°, 55° et 60° latitude; les secondes, aux 33°, 36°, 39°, 42°, 45°, 48°, 51°, 54°, 57° et 60°, avec concordance absolue au 45°. Notez que, dans ces zones du 30° au 60°, les feuilles continentales sont également par fuseaux de 5° de longitude. Là, il suffira de faire *4 feuilles océaniques supplémentaires de 5° de latitude*, pour le golfe de Gascogne et la mer du Nord, avec le profil et la partie continentale simplement teintée en grisaille des régions littorales du N. de l'Espagne, de l'extrémité O. de la France et des parties de la Grande-Bretagne (on en couvrirait la totalité avec une feuille de plus). Cela est très facile, peu coûteux par voie de report: quiconque est du métier le reconnaîtra sans peine.

De toutes façons, on se trouve en présence d'un très grand nombre de feuilles et M. Lüddecke a fait une objection redoutable, — l'une des plus sérieuses de son attaque violente du projet Penck, — sur la difficulté que présente et sur la dépense qu'entraînera la tenue à jour, en temps utile, d'un si formidable contingent. Seulement, notre critique a indiqué — sans le vouloir probablement — le moyen qui se présente, à tout cartographe expérimenté, pour pallier ce double inconvénient.

Ce moyen consiste à faire deux parts dans la confection de la carte des pays encore mal et insuffisamment connus. Le cadre de la carte, tout canevas littoral, fluvial ou autre exactement relevé, doit être gravé et tiré dans la couleur afférente à sa nature. Par contre, tout ce qui est incertain, sujet à caution, non rattaché encore à un ensemble d'observations contradictoires, ferait l'objet d'une planche spéciale, simplement autographiée

Digitized by Google

ou lithographiée, que l'on tirerait en demi-teinte, en gris de plomb, par exemple, suffisamment apparente pour être lisible, mais très distincte du reste, de manière que le voyageur et le géographe sauront toujours à quoi s'en tenir.

Cette planche, facilement remplaçable, permettra de renouveler *rapidement* et *à peu de frais* la mise à jour. Et tandis que, pour toutes les planches représentant ce qui est désormais acquis, on peut faire le tirage d'une édition complète, on aura toute latitude de restreindre à la moitié, à un tiers des exemplaires, le tirage de la planche spéciale dont nous venons de parler, — si tant est qu'il y ait réelle économie. Sans doute, l'autographie ou la lithographie ne présentent point la même rigueur d'exactitude que la gravure sur une planche d'ensemble; mais on y suppléera facilement en indiquant en regard des points les plus importants la position en longitude et en latitude d'après les explorateurs. On n'a pas d'ailleurs à renouveler tous les jours des cartes de 350 kilomètres sur 450 environ d'étendue et il n'est pas prouvé que les quelques cartes restées en magasins portant des indications provisoires et sur lesquelles on ajoutera une planche de rectification ne seront pas doublement recherchées par nombre de ceux qui s'intéressent au progrès ou à l'histoire de la géographie.

La suite du troisième paragraphe appelle la question du *contenu des feuilles* (hydrographie et figuré du terrain, éléments divers que doit contenir la carte).

Notre Commission est d'avis d'indiquer, *aussi bien le relief terrestre que les profondeurs sous-marines, par des courbes de niveau*, sauf à compléter l'expression du relief par un *estompage bistre* en lumière zénithale dans les régions de plaines ou plateaux ondulés, en lumière oblique dans les pays de montagnes où l'ombré, suivant l'éclairage perpendiculaire, serait une cause d'obscurité pour le texte aussi bien que pour les détails topographiques. A ce sujet, les feuilles de la carte de France au 1/200,000e du Service géographique de l'armée et la carte de Suisse de Dufour sont des modèles dont il y aurait lieu de s'inspirer.

M. Lüddecke, qui critique tout dans le projet, n'a pas laissé de battre en brèche aussi ce système de figuration du relief. Sans prendre son argumentation par le menu, nous dirons seulement qu'il ne tient pas compte de diverses choses qu'il sait sans doute aussi bien que nous :

1° Le mode de figuration du relief par courbes de niveau est le moins coûteux, pour la gravure, et par conséquent le plus avantageux comme prix de revient;

2° En cas de rectification, cas assez rare, puisque le relief ne sera exprimé par courbes qu'autant qu'il sera suffisamment bien relevé, ce mode se prête mieux aux remaniements que la hachure;

3° Quand on ne possède pas d'éléments suffisants pour exprimer le relief

Digitized by Google

en courbes hypsométriques, on n'est pas mieux outillé pour le figurer à l'aide des hachures ;

4° Enfin, le simple estompé suffit là où l'on ne peut figurer le relief par courbes, dût-on donner plus de vigueur à l'expression du relief, là où il est besoin, avec quelques traits de force. Cet estompé, établi sur une planche à part, est la chose la plus facile du monde à modifier ou à remplacer dans les régions où le relief est encore vaguement connu (1).

Quelle sera l'échelle des profondeurs et des altitudes ?

Il convient de distinguer, d'autant plus que le mode de figuration sera très différent et d'une autre couleur.

Pour les profondeurs, notre Commission est d'avis de les figurer, comme il est d'usage assez maintenant, par des teintes plates bleues, graduées conformément à la gamme suivante, gamme applicable au plateau continental (200 mètres de profondeur maximum) : l'intensité des teintes croîtra de 40 mètres en 40 mètres avec courbes tracées de 20 mètres en 20 mètres ; les grands fonds seront figurés par une teinte uniforme, plus foncée, avec courbes tracées de 500 mètres en 500 mètres, et notation par points, rigoureusement cotés, de tous les sondages intermédiaires.

Pour le relief du sol, notre Commission estime qu'il conviendrait de tracer les courbes de niveau de 100 mètres en 100 mètres, avec trait de force à chaque courbe de 500 mètres. On pourra, dans l'un et l'autre cas, dédoubler les courbes, — supprimer même les courbes intermédiaires, — quand, le relief étant très accusé, elles seraient trop rapprochées et produiraient des empâtements. Ce procédé de dédoublement est bien connu des cartographes et ne nuit en rien à la fidélité du rendu.

La multiplicité des besoins auxquels une telle carte est appelée à répondre, implique, — alors même que la facilité de lecture ne l'imposerait pas, — la nécessité d'établir la carte en plusieurs couleurs, partant, en plusieurs tirages. La carte du 200.000e du Dépôt de la Guerre, qui est par courbes équidistantes de 20 mètres et ombrée au crayon, est véritablement, à cet égard, le meilleur modèle à suivre. *Ce procédé n'a pas seulement des avantages de clarté et d'expression, mais encore il permettra de faire des éditions différentes de la carte sans qu'il en coûte rien, au contraire.* Sur l'une, destinée aux géographes de profession, aux géophysiciens, à tous savants, praticiens ou amateurs particuliers, on ne tirerait que les planches relatives à la géographie physique ; elle serait sinon muette, du moins très sobre de texte (2). Sur l'autre, qui ne serait que la première complétée, on ajouterait la ou les planches donnant les localités.

(1) Le cartographe Habenicht recommande lui-même tout particulièrement le système de figuration par courbes et estompé.

(2) Le texte de l'hydrographie peut être fait de la couleur des eaux ; celui du relief, de celle des courbes de niveau, rouge ou brun.

Digitized by Google

tout le reste du texte et les indications de la géographie économique.

Notre Commission, unanime pour demander cette double édition, estime : 1° que, même l'édition complète ne doit pas être trop chargée de texte et que ce texte même doit être modelé de manière à tenir le moins de place possible, à ne nuire ni à l'effet du relief, ni à la netteté des détails topographiques; 2° qu'il y a lieu de faire une sélection judicieuse des localités et d'en limiter le choix, d'une part, en fixant un minimum de population (celui de Penck, par exemple, qui propose 3.000 habitants); d'autre part, en signalant celles qui offrent un intérêt commercial, industriel ou économique (1), ou encore qui rappellent un grand fait historique. Il convient également d'adopter des signes bien différenciés pour permettre de distinguer facilement les diverses sortes de localités et un texte approprié à leur importance.

Au sujet des autres éléments à faire figurer sur la carte, M. Auerbach exprimait ainsi la pensée de notre Commission : « Nous estimons que les frontières des États, des provinces doivent être marquées; car ces États, ces provinces, peuplés de nations ou de groupes ethniques qui se sont adaptés à leurs milieux, sont devenus des individualités géographiques autant qu'historiques. Certaines divisions administratives méritent, à coup sûr, d'être représentées. La France se conçoit-elle, se reconnaît-elle sans ses départements qui ont acquis la personnalité morale et traduisent aux yeux l'œuvre territoriale de la Révolution? Nous ne sommes point qualifiés pour parler au nom des pays étrangers; mais, là encore, on déformerait l'image en ne dessinant pas les traits d'une physionomie que le passé a consacrée.

« Il y a lieu aussi de traiter avec soin les limites des *zones d'influence* ou *sphères d'intérêts*, quoiqu'elles oscillent étrangement; mais un instrument cartographique paraîtra souvent plus clair et moins contestable qu'un instrument diplomatique. » Nous insisterons d'autant moins sur ce dernier argument qu'en plus d'un cas déjà on s'est trouvé dans l'obligation d'adjoindre le premier au second.

De toutes les questions soulevées par le paragraphe III, celle de l'orthographe des noms géographiques est des plus épineuses, encore que, depuis plusieurs années, elle se soit beaucoup simplifiée. Votre rapporteur sera très bref à ce propos, car, d'une part, il est d'accord avec la Commission sur les points essentiels et, d'autre part, à plusieurs reprises, il a publié nombre d'études sur cette question.

Sans prendre position sur tous les points qui appellent une solution,

(1) Nous nous demandons s'il serait possible, sans surcharge, d'y faire figurer, comme le demande Penck, les bureaux de poste et de télégraphe.

Digitized by Google

la Commission préconise l'adoption de l'orthographe officielle ou accréditée dans les pays où l'alphabet latin est usité, aussi bien pour la métropole que pour les colonies, pays de protectorat ou sphère d'influence (1) qui en relèvent, cette orthographe fût-elle incorrecte au sens étymologique ou original des mots. Pour les pays qui emploient d'autres écritures, elle préconise la transcription littérale de préférence à la transcription phonétique; elle s'est partagée sur la question de l'accent tonique. Son rapporteur s'est trouvé du côté de l'affirmative, c'est-à-dire pour le maintien ou l'adoption de l'accent, bien qu'il ait démontré combien est chimérique la tentative de transcription phonétique ou toute indication insuffisante de prononciation.

Il est d'ailleurs d'accord aussi avec M. le professeur Penck, sauf pourtant sur cette question de prononciation. Avant le géographe viennois, il a recommandé et appliqué la transcription des noms slaves du Sud à l'aide du même alphabet que les Slaves du Nord. Il a recommandé, jusqu'ici, la transcription suivant les règles de la Société de Géographie de Paris, — très rapprochées de celles de la Société de Géographie de Londres, — mais en les amendant sur quelques points de détail. Toutefois, il reconnaît volontiers que, dans l'exécution d'une carte à la confection de laquelle chaque pays participera, on ne saurait se passer ni de l'avis ni de l'assentiment des pays intéressés. Laissant donc de côté des règles sur lesquelles on ne s'est point mis universellement d'accord, votre rapporteur appuie ici, — certain d'être l'interprète de ses collègues, — la proposition de M. Penck, de « transcrire les noms *littéralement* d'après les règles qui seront posées, soit par le pays dont il s'agit, soit après entente préalable ». C'est principalement le cas pour la Russie, la Turquie, la Grèce, l'Égypte, la Perse et la Chine. Quant au Japon, c'est aujourd'hui chose faite; il a adopté la transcription de la Société de Londres : les consonnes comme en anglais, les voyelles comme en italien. M. Penck ajoute fort justement que, pour les éditions spécialement destinées aux nationaux, au texte conventionnel peut être substitué le texte original, le texte devant faire, selon toute probabilité, l'objet d'une planche spéciale. Plus justement encore, M. de Lannoy de Bissy a fait adopter au Congrès de Berne une proposition tendant à ce que les deux textes fussent simultanément portés; mais il est fort à craindre que la surcharge qui en résulterait ne soit un obstacle : pour la Grèce, par exemple, à cette échelle, cela nous paraît impossible. Ce n'en est pas moins à examiner de plus près.

Le répertoire alphabétique des noms semble l'annexe obligée de ce gigantesque atlas. M. Penck demande qu'il renferme :

(1) Il est à remarquer que la plupart des pays qui n'ont point d'écriture sont enclavés dans les autres ou englobés dans les sphères d'influence.

Digitized by Google

1° Les noms employés sur la carte, rangés en ordre alphabétique et leurs positions géographiques;

2° Leur prononciation ;

3° Leur orthographe originale.

Sur le premier et le troisième point, la Commission est absolument d'accord, le troisième donnant la seule satisfaction possible peut-être à la proposition de M. de Lannoy de Bissy. Quant au deuxième, on vient de voir quelles restrictions étroites nous faisons sur l'indication de prononciation. Il nous suffira de rappeler au savant viennois : 1° les tentatives infructueuses et l'alphabet phénoménal, fantastique de Lepsius ; 2° les difficultés que rencontrent les mandarins annamites eux-mêmes pour s'entendre sur certains noms géographiques et l'obligation où ils se trouvent de recourir à l'écriture chinoise pour la traduire fidèlement ; 3° enfin, les divergences extrêmes, insaisissables de prononciation, voire d'appellation, de quantité de noms recueillis des indigènes eux-mêmes. Nous ajouterons qu'à se contenter d'à-peu-près, on arrivera plus sûrement au grotesque qu'à l'utile et que le « rigoureusement phonétique » est une illusion que ne partage aucun orientaliste.

Nous n'avons rien à dire sur les notices qui doivent accompagner les cartes ; leur utilité dépend de ce que l'on entend y mettre. En tout cas, elles ne paraissent pas pouvoir trouver place sur les feuilles mêmes. Du moment qu'elles feront l'objet d'un imprimé à part, elles peuvent n'être utiles — surtout si elles ne contiennent que l'indication des sources et des renseignements sur l'établissement de la carte — qu'à une certaine catégorie de personnes ; c'est quelque chose en dehors de la carte et qui ne s'y rattache que très indirectement.

IV

QUESTION COMMERCIALE

Reste la question commerciale. — Sur ce point, notre Commission s'est réservée, non qu'elle y soit indifférente ou qu'elle se croie incompétente: mais, plus encore que certaines parties du programme, celle-ci dépend tellement de la solution des propositions précédentes, qu'elle ne croit pas avoir assez d'éléments d'appréciation. Elle a, d'ailleurs, laissé à son rapporteur le soin de l'examiner sans présenter de solution de nature à engager sa responsabilité collective. Elle se borne, actuellement, à exprimer un vœu formel que voici :

« Il y aura un instrument diplomatique stipulant que toutes les feuilles de la carte pourront toujours être mises à la disposition de tout acheteur, à un prix déterminé. »

Digitized by Google

Le libellé de ce vœu dispense d'un long commentaire : il ne faut pas, en effet, que quand un acheteur ou libraire de France demandera une carte anglaise ou allemande, par exemple, il lui soit répondu, à tort ou à raison, par une fin de non-recevoir. Il importe d'assurer l'existence d'un stock déterminé.

Usant de la faculté qui nous est laissée, nous croyons bon, sans entrer dans des calculs dont l'exactitude serait des plus contestables, de jeter un coup d'œil sur les probabilités de dépenses d'exécution d'après les *desiderata* de la Commission. M. Penck a fait lui-même des évaluations, restreintes naturellement aux feuilles continentales, d'après son plan.

Le vœu de notre Commission au sujet de l'exécution des cartes océaniques modifie — pas autant peut-être qu'on se le peut figurer à première vue — la dépense de premier établissement et de tirage. La surface de la terre, au 1/1.000.000e, c'est-à-dire celle d'une sphère de 40 mètres de tour et de 12m,735 de diamètre (moyen), est de près de 510 mètres carrés, sur lesquels, suivant les calculs de Penck, les feuilles continentales couvrent environ 191 mètres carrés. Mettons 200 mètres carrés en raison de l'étroite bande de repérage que ces feuilles continentales seules nécessitent. Cela posé, Penck évalue à un maximum de 2 fr. 50 c. le centimètre carré, le dessin, la gravure et l'impression de 1.000 exemplaires, et le chiffre de 4.800.000 francs, auquel il arrive, atteint suivant notre programme 5.000.000 de francs (1).

Toutefois, il n'hésite pas à tenir son évaluation pour très élevée, trop élevée peut-être. Elle nous le paraît d'autant plus qu'il raisonne, autant que nous avons pu le comprendre — *d'après la figuration du relief en hachures*, et il saute aux yeux que les courbes de niveau avec l'estompage, dans les parties suffisamment connues, et l'estompage seul dans les parties qui le sont le moins, doivent considérablement réduire cette première estimation. Si l'on songe qu'il n'y a guère qu'un quart des feuilles qui soient dans le premier cas (courbes de niveau avec estompage), contre 3/4 dans le second (estompage seul, avec ou sans traits de force), on est amené à croire *qu'on réalisera peut-être, de ce chef, le coût de la gravure des cartes des mers*. Les plus remplies de celles-ci ne seront, en somme, qu'un enfantillage, et *un cent ne coûtera probablement pas, pour le dessin et la gravure, le prix d'une carte continentale de la première série.*

A ce propos, et pour ce qui est notamment des feuilles continentales où il y a beaucoup de blancs, nous nous demandons, — contrairement à l'avis de M. Habenicht et de la plupart des critiques de M. Penck, peut-être même à celui de M. Penck, — *si ce n'est pas précisément par celles-là*

(1) Qu'est-ce que cela, quand même on n'en retirerait rien, près du nombre d'États qui auraient à participer à la dépense?

Digitized by Google

qu'il faudrait commencer l'exécution de la carte du monde, afin de mettre au plus vite nos voyageurs et nos colons, aussi bien que nos marins et nos hydrographes, en possession de l'instrument de travail qui leur est nécessaire. Au moins, pendant la période — la plus longue de toutes peut-être — consacrée à l'établissement des cartes continentales les plus chargées, ils auront le loisir de remplir une partie des régions blanches, à tout le moins de donner à tous les points encore douteux qui émaillent ces cartes, la précision qui leur manque. On ne ferait qu'une édition restreinte de ces feuilles avec les parties douteuses indiquées comme il est dit plus haut.

Il serait bon de connaître la répartition des feuilles continentales pour chaque pays intéressé. M. Penck a fait un calcul à ce propos, suivant son dernier système de 5° sur 5°. Mais ce calcul ne dit rien sur la superficie réelle que chaque État aura à couvrir, et il ne peut servir de base d'appréciation pour la dépense incombant à chacun d'eux. Une fois de plus, *nous nous réservons de donner, en temps opportun, la répartition de ces feuilles sur les bases indiquées par nous* (page 927), *ainsi que celles des feuilles océaniques.*

Mais comment répartir ces dernières entre les divers États? L'équité voudrait qu'elles fussent partagées en proportion du produit de la quantité de feuilles continentales incombant à chaque État par le tonnage de sa marine marchande. Toutefois, cela diviserait en parties trop infimes un ensemble où l'unité semble le plus de rigueur. On peut donc se demander si, en raison même de la faible dépense relative occasionnée par l'établissement et le tirage de ces feuilles, les grandes puissances maritimes seules n'auraient pas intérêt à se partager les cartes océaniques par grandes sections, les autres États pouvant se procurer ces feuilles à un prix modérément rémunérateur, uniforme et facile à établir.

Le prix de revient des cartes continentales ne saurait guère être calculé tant que l'on n'aura pas arrêté le mode de division, le nombre des feuilles et celui des couleurs; tant que, non plus, on n'aura pas fait, sur le thème indiqué, quelques feuilles d'essai, dans chaque pays, sur divers types : pays de montagnes, pays de plaines, régions populeuses et régions peu habitées, bien connues et mal connues. C'est une expérience qui coûterait à chaque État quelques billets de mille francs, mais sur ces types on pourrait faire des calculs en dehors desquels on est condamné à des évaluations très aléatoires.

Il n'est même pas indispensable que les États interviennent autrement que par l'organisation de concours entre les cartographes et les éditeurs, par la rédaction d'un cahier des charges, en prenant toutes mesures ou garanties pour en assurer l'exécution. Un arrangement comme celui qui préside à l'édition de la carte de France du Ministère de l'Intérieur serait peut-être ce qu'il y aurait encore de plus pratique. Ce point reste

Digitized by Google

à étudier; mais les moyens ne manquent pas pour assurer la bonne exécution de la carte, et cela dans des conditions avantageuses pour le public, sinon rémunératrices, du moins peu onéreuses, au début, pour les États intéressés. Le prix de vente et l'importance du tirage dépendent naturellement de ces prémisses et les appréciations que l'on pourrait faire dès maintenant seraient prématurées.

Au surplus, pour réduire les aléas à leur minimum, étant donnée l'immense variété de besoins auxquels la carte du monde doit répondre, ne serait-il pas logique et simple aussi d'établir des catégories dans le sens que voici, par exemple : feuilles océaniques, 0 fr. 50 c. ou 0 fr. 75 c.; feuilles continentales (1) dans lesquelles le relief est simplement estompé, 1 franc ou 1 fr. 25 c.; feuilles de plaines assez fournies de texte, 1 fr. 50 c. ou 1 fr. 75 c.; feuilles de plateaux montueux, 2 francs ou 2 fr. 25 c.; feuilles de montagnes, 2 fr. 50 c. ou 2 fr. 75 c.? Une fois la répartition des feuilles établie, l'un des prochains Congrès internationaux arrêterait le classement des feuilles dans les diverses catégories et indiquerait le tant pour cent de réduction pour les feuilles qui ne contiendraient que la géographie physique.

Dans ces conditions de prix, on éviterait probablement la nécessité de publier, comme notre Commission le demande, — surtout si le projet de division Penck est adopté, — des sections de chacune des feuilles.

Quant à la tenue à jour des cartes, nous en avons dit assez à l'article cartographique pour n'avoir plus à nous en occuper ici. *L'essentiel est que la date de la mise à jour figure sur toutes les feuilles.*

V

CONCLUSIONS

Après ce très long exposé, il ne nous reste qu'à résumer les *desiderata* de notre Commission :

1° *Approbation du projet de carte du monde à l'échelle uniforme et invariable du 1/1.100.000e, son utilité étant absolument reconnue, tant au point de vue français qu'au point de vue international;*

2° *Engagement formel de toutes les puissances d'appliquer le système métrique sur les feuilles dont l'exécution leur incombera, tant pour les distances planimétriques que pour les cotes d'altitude, l'équidistance des courbes de niveau et les profondeurs;*

3° *Adoption d'un méridien initial océanique dans les conditions indiquées à la page 924 du présent rapport. Concession concernant le repérage de*

(1) Il s'agit de notre proje et non de celui de Penck.

Digitized by Google

ce méridien à un multiple de 5° à l'O. de Greenwich, à la condition expresse que toutes les puissances, notamment la Grande-Bretagne, prendront l'engagement stipulé à l'article 2;

4° *Adoption de la projection polyconique ou tronconique préconisée déjà, dès 1878, par M. J.-V. Barbier, en divisant la sphère suivant le système Penck pour les feuilles océaniques, suivant le système de la Commission* (voir page 929) *pour les feuilles continentales, en tenant compte des dispositions transactionnelles indiquées au cours du présent rapport. Dans tous les cas, les feuilles seront limitées par des méridiens et des parallèles et divisées en degrés et demi-degrés, le tracé respectif de ceux-ci établi de façon que la surface du secteur conique qu'elles représentent soit équivalente à celle du secteur sphérique correspondant. Elles reproduiront, sur une bande d'un centimètre et sur leur pourtour, les parties correspondantes des cartes voisines;*

5° *Adoption du zéro de Marseille comme point de départ des altitudes et des cotes bathymétriques, avec vœu exprès qu'il soit procédé au rattachement de ce zéro à des repères qui en assurent la fixité;*

6° *Indication du relief terrestre par courbes de niveau de 100 mètres en 100 mètres, avec trait de force à chaque 500 mètres, sauf à les dédoubler dans les parties où ils risquent de se superposer; addition d'un estompage bistre dans les conditions expliquées dans le présent rapport* (pages 932 et 933). *Indication des profondeurs par teintes graduées de 40 mètres en 40 mètres, pour le plateau continental avec courbes de 20 mètres en 20 mètres; teinte plus foncée pour les autres parties de la mer, avec courbes de 500 mètres en 500 mètres; indication de tous les points de sondage, avec cote placée en regard;*

7° *Établissement de deux éditions en cartes physiques et cartes complètes. Celles-ci porteront toutes les indications stipulées au présent rapport* (pages 932 et 933), *les lignes télégraphiques sous-marines et les lignes de grande navigation étant implicitement comprises dans les voies de communication;*

8° *Maintien de l'orthographe officielle ou accréditée des noms de lieux de tous les pays employant l'alphabet latin, modifié ou non par des accents ou signes diacritiques; transcription littérale des autres à l'aide de cet alphabet suivant les adaptations qu'une même origine indique* (1) *et suivant un mode établi par les États intéressés ou d'un commun accord avec eux;*

9° *Rédaction facultative de notices; établissement d'un répertoire alphabétique avec adjonction, lorsqu'il y a lieu, de l'orthographe nationale. Indication de la prononciation absolument restreinte aux cas où cette indication est suffisamment exacte pour éviter toute équivoque. Si l'on croit devoir la*

(1) Pays slaves, par exemple. C'est fait déjà pour la Serbie, la Bosnie et l'Herzégovine.

Digitized by Google

tenter ailleurs, la transcription devra être suivie d'un point d'interrogation spécifiant qu'elle n'est qu'approximative;

10° *En tant que le prix des feuilles serait suffisamment élevé pour qu'il y ait intérêt pour l'acheteur à demander des fragments des feuilles continentales obtenus par voie de report, — notamment en cas d'adoption du projet Penck pour ces feuilles, — décider qu'il sera fait des fragments homologues par moitié, quart ou autre division pratique. Rédaction d'un instrument diplomatique stipulant que toutes les planches pourront être toujours mises à la disposition de tout acheteur à un prix donné établi par série. Le même instrument stipulera le type de papier et d'impression qui devra servir à l'édition des cartes, ainsi que la création de gabarits métalliques pour le tracé d'ensemble des parallèles et méridiens de chaque zone, gabarits dont le dessin pourrait être confié à la Commission internationale actuellement nommée, et l'exécution placée sous sa surveillance.*

Pour tous les *desiderata* subsidiaires, nous ne pouvons que renvoyer à notre rapport même.

Nous voici à la fin de notre tâche.

En terminant, nous remercions la Société de Géographie de Paris de nous avoir conviés à collaborer à l'étude — nous voudrions pouvoir dire au succès — de cette entreprise, dont l'honneur reviendra au savant professeur viennois. Elle a donné à ses jeunes sœurs, les Sociétés françaises de géographie, une marque de l'estime en laquelle elle les tient et de la solidarité qui les unit toutes dans leur marche vers le progrès.

M. J. DE REY-PAILHADE

à Toulouse.

PROJET D'APPLICATION DU SYSTÈME MÉTRIQUE A LA MESURE DES ANGLES ET DU TEMPS

— Séance du 10 août 1894 —

Depuis plus d'un demi-siècle, le système métrique décimal a fait ses preuves. Malgré l'inconvénient de ne pas présenter le facteur 3, ce système a prévalu, a conquis le monde et a rendu à la science d'incalculables services.

Digitized by Google

La numération duodécimale, pour être introduite dans l'usage scientifique seulement, présente des difficultés telles que la Commission du système métrique, qui avait examiné cette question avec soin, y renonça d'une manière définitive.

Le principe du système métrique est d'unir étroitement les unités ayant des rapports entre elles.

Or, le temps et la mesure des angles sont intimement liés, notamment en géographie et en astronomie. Il n'est pas nécessaire d'insister sur ce point.

Je dirai seulement que la *Connaissance des Temps* indique, depuis 1886, la position en longitude des principaux observatoires, en temps sexagésimal et en fraction décimale du jour.

Il faut donc que l'unité de temps corresponde exactement à l'unité angulaire.

Ceci admis, je propose une réforme simultanée et parallèle qui consiste :

1° A diviser le jour, de minuit à minuit, en 100 *cés* (abréviation de centijours) et subdivisions décimales de *décicés*, *centicés* et *millicés;*

2° A diviser le cercle entier en 100 *cirs* (abréviation de *circulus*) et subdivisions décimales de *décicirs*, *centicirs* et *millicirs*.

Les avantages du système proposé sautent aux yeux des moins clairvoyants.

Tous les calculs se feront par la méthode si simple et si précise du calcul décimal; puis, il n'y aura plus à passer des mesures angulaires au temps et *vice versa*.

Premier exemple. — L'Observatoire de Poulkova (voir la *Connaissance des Temps*) est à — $0^{j},077751$ de Paris, c'est-à-dire en longitude décimale, $7^{x}775^{m},1$ (1) est de Paris, puisque, en 100 *cés* ou un jour, le soleil parcourt les 100 *cirs* ou le cercle entier de la terre. L'avance du temps de Poulkova sur le temps du méridien de Paris est exprimé par le même nombre $7^{c}775^{m},1$.

Pour indiquer un temps daté, on écrira : 1894, août $24,98^{c}7$, ce qui veut dire le 24 août 1894 à $11^{h}41^{m}$ soir. En ajoutant à la date décimale, supposée se rapporter à Paris, la longitude de Poulkova, on trouve le temps daté correspondant de Poulkova sans aucune ambiguïté et indiquant la date et le temps de ce jour.

Ex. : Août $24,98^{c}7 + 7^{c}8$ = Temps de Poulkova : août $25,06^{c}5$, soit le 25 août à $1^{h}33^{m}$ du matin.

(1) La lettre x veut dire *cir*. Elle a été choisie pour rappeler la lettre grecque κ, qui est la première du mot κύκλος (cercle). — La lettre française *m* signifie millième en général.

Digitized by Google

Deuxième exemple. — A quel temps moyen astronomique a eu lieu le passage de *Régulus* au méridien de Paris le 11 décembre 1890 ?

Le 7 décembre 1890, le temps sidéral était . . .	$71^{c}167^{m},22$
Le 11 décembre 1890, augmentation de 4 jours.	$1^{c}095^{m},14$
Temps sidéral le 11 décembre 1890	$72^{c}262^{m},36$
Ascension droite de *Régulus*	$41^{c}841^{m},19$
11 décembre 1890. Temps sidéral à midi moyen.	$72^{c}262^{m},36$
Différence en ajoutant par la pensée 100 *cés* au nombre supérieur	$69^{c}578^{m},83$
Le produit, $69^{c}578^{m},83 \times 0,99727$	$69^{c}388^{m},88$
indique que le passage de *Régulus* a eu lieu le 12 décembre à.	$19^{c}388^{m},88$
Qui correspond à	$4^{h}39^{m}11^{s},9$ matin.

Le calcul est simple et peu sujet à erreur.

Cette réforme me paraît facilement réalisable avec un peu de patience et de faibles dépenses pécuniaires.

Il suffira d'avoir des tables, des cartes et des instruments gradués d'après ce système.

Tables. — Il faudra avant tout avoir des tables de conversion d'un système dans l'autre et une table des logarithmes des fonctions circulaires.

J'ai déjà calculé les tables de conversion des heures, minutes et secondes de temps, en *cés* et des degrés, minutes et secondes d'arc en *cirs*, à moins d'une 1/2 unité de la 7ème décimale, c'est-à-dire à moins de 0″,000 648 d'arc ou en temps à moins de $0^{s},000\ 043\ 2$. Ces tables seront prochainement publiées par la Société de Géographie de Toulouse.

Quant aux tables de logarithmes, avec celles à 8 décimales que vient de publier le Service géographique de l'armée française, on pourra dresser, sans avoir besoin de *calculer un seul logarithme*, une table à 7 ou 8 décimales de millicir en millicir. Elles contiendront 25000 arcs, tandis que celle de 10″ en 10″ sexagésimales en renferment 32400. Or, le millicir vaut 12″,96 et le centième de millicir que donneront les petites parties proportionnelles des tables à 7 décimales correspond à 0″,129 6, valeur assez petite, sauf dans quelques cas exceptionnels, pour lesquels on emploiera les tables mêmes de l'armée, en multipliant tous les angles exprimés en *cirs* par 4. Le coût de la composition et du clichage de ces planches s'élèvera à 7.000 ou 8.000 francs, dépense insignifiante si ce système est adopté.

Si on veut adopter une table à 8 décimales, on aura avec ces 25.000 arcs

Digitized by Google

à peu près la même approximation qu'avec les 100.000 arcs du système en grades, parce que les différences, qui sont assez constantes, seront quatre fois plus fortes qu'avec celles de l'armée. En voici un exemple :

Trouver le logarithme sinus de $6^{x}125^{m},0815$, qui correspond exactement à $24^{h}5003''26$.

log sin $6^{x}125^{m}$ . . .	$\bar{1}.574\ 51228$	$\Delta = 6737$
$6737 \times 0,0815$	549.0655	
log sin $6^{x}125^{m}0815$.	$\bar{1}.574\ 51777.$	

Avec le système des grades:

log sin $24^{c}500$ . . .	$\bar{1}.574\ 51228$	$\Delta = 1684$
$1684 \times 0,326$	548.984	
log sin $24^{c}5003''26$. .	$\bar{1}.574\ 51777$	comme plus haut.

Donc les tables en *cirs* seront avantageuses parce qu'avec une table moins volumineuse que celle de l'armée elles donneront une approximation presque aussi grande, surtout avec les différences secondes.

Enfin, j'ai commencé de calculer une table à 5 décimales de $0^{x}01$ en $0^{x}01$ qui, avec les petits tableaux proportionnels, donneront les angles à quelques dix-millièmes de *cir* près. Or, $0^{x}000^{m},1$ vaut $1'',296$ d'arc sexagésimal.

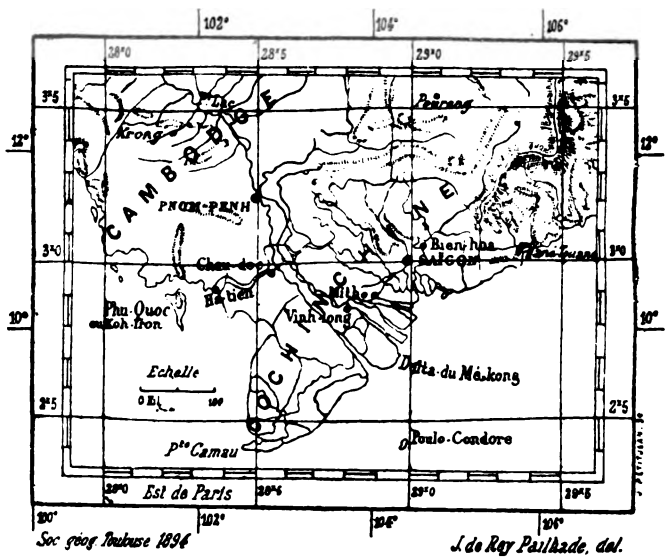


Fig. 1. — Modèle de la carte avec double graduation.

Cartes. — Les nouvelles cartes, soit du ciel, soit de géographie recevront, une double graduation sur les bords extérieurs. Mais il sera facile d'ajouter

Digitized by Google

sur les anciennes planches la graduation supplémentaire en *cirs*; il y a, en effet, la place sur les bords de la plupart des planches. En tout cas, cela sera toujours possible en opérant par voie de report. On lira ainsi sans difficulté dans le système que l'on voudra. Comme la transformation se fera graduellement, les dépenses n'entrent pas en jeu.

La graduation intérieure en *cirs* se lit avec une simplicité et une facilité parfaites. Ainsi Bien-Hoa est à une longitude est de Paris de 29^{x},03 et à une latitude nord de 3,05. Si, avec une pareille carte, on se sert d'un cadran de montre portant une division ou les concordances décimales (voir la description et l'usage de ces montres dans *le Temps décimal*, Gauthier-Villars, 1894),

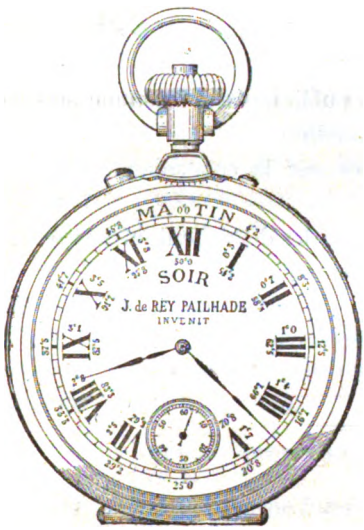


FIG. 2. — Montre avec concordances décimales.

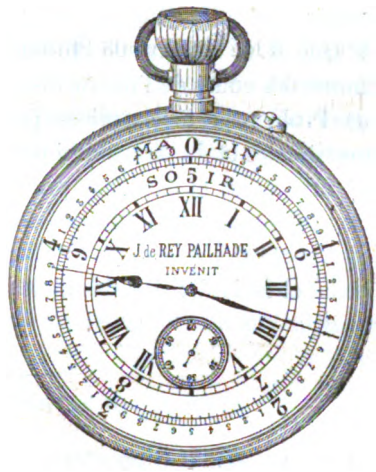


FIG. 3. — Montre avec division décimale.

on transforme immédiatement la longitude décimale en temps sexagésimal. Ainsi, Bien-Hoa, qui est à 29^{x},03 est de Paris, avance sur le temps du méridien de Paris de 29^{c},03 ou, d'après la montre décimale, de 6^{h}58^{m}.

Ces cadrans, dont le prix est de 3 à 5 francs, peuvent être faits par tous les fabricants et adaptés à n'importe quelle montre sans rien toucher aux rouages intérieurs.

INSTRUMENTS. — La graduation en *cirs* serait gravée sur tous les nouveaux instruments; il n'y aurait aucune difficulté de ce côté-là. Avec les appareils gradués en degrés, on lira l'angle en degrés, minutes et secondes, puis on le transformera immédiatement avec la table de conversion en *cirs*, etc., etc. Tous les calculs subséquents se feront dans le système décimal avec des tableaux dressés exprès sans avoir besoin de repasser aux degrés sexagésimaux.

Digitized by Google

Moyen pratique pour la réforme. — Pour s'habituer insensiblement à se reconnaître dans les deux systèmes, comme nous savons actuellement le faire pour les sous et les centimes, je propose :

1° Emploi d'une double graduation sur toutes les cartes astronomiques et géographiques ;

2° Emploi, dans les instruments de mesure du temps, d'une double graduation qui fera vite apprendre par cœur les principales concordances ;

3° Que, dès maintenant, les Sociétés de géographie et d'astronomie inscrivent les deux notations l'une à la suite de l'autre, comme suit : 7^h18^m matin ($30^c,4$) et longitude est de Paris 104°22′ ($28^x,991$). On prendrait ainsi sans effort l'habitude de se reconnaître dans les deux notations et, dans moins d'un demi-siècle, on abandonnerait définitivement les notations sexagésimales ;

4° Que M. le Ministre de l'Instruction publique fasse inscrire dans le programme des cours de l'instruction secondaire :

a) Problèmes et exercices pratiques sur la concordance des heures sexagésimales et du temps décimal ;

b) Problèmes et exercices pratiques sur les degrés, minutes et secondes d'arc avec les divisions décimales du cercle entier ;

c) Exposé des avantages de l'emploi simultané et parallèle du temps décimal et de la division décimale du cercle entier.

M. DE BEHAGLE

Membre de la mission Maistre, à Paris.

NIGER, BÉNOUÉ ET LES DROITS DE LA FRANCE

— Séance du 11 août 1894 —

I

ÉTABLISSEMENT DES DROITS DE LA FRANCE

On a dit bien souvent que le Français n'était pas colonisateur. L'histoire de nos établissements en Afrique prouve surabondamment le contraire ; mais, de son étude, il ressort que nous avons toujours manqué de vues

Digitized by Google

d'ensemble et d'une ligne de conduite politique largement tracée d'avance et fermement suivie.

Nulle part ce manque de prévoyance et de fermeté n'est plus apparent que dans les affaires du Niger. La politique d'abandon et le respect empressé des appétits anglais ont été poussés à un tel point, dans cette partie de l'Afrique, que jamais, je le crains, notre pavillon n'y retrouvera le prestige dont il a joui un instant.

Le pasteur anglais qui répand partout des bibles écrites en tous dialectes indigènes et dont la première page porte toujours le nom de Sa Très Gracieuse Majesté, avec les titres de reine de France et d'Angleterre, ce colporteur de l'influence britannique, en s'appuyant sur les seuls faits passés dans cette région, pourra toujours prouver, d'une façon difficilement réfutable, l'état de vassalité de la France envers son pays.

En me proposant de faire l'historique de la question du Niger, je cherche moins un thème à récrimination facile qu'un argument en faveur d'une politique nouvelle, consistant dans le maintien énergique de tous nos droits sur le continent africain et l'extension de notre domaine suivant un plan invariablement arrêté d'avance.

J'ajouterai que la création d'un Ministère des Colonies semble devoir assurer enfin à notre politique coloniale la fixité de direction qui lui manquait et que notre pays commençant à être plus éclairé sur les questions coloniales, les fautes du passé ne pourront que difficilement se reproduire.

ÉTABLISSEMENTS DES EUROPÉENS SUR LE NIGER

Les bouches du Niger ne furent découvertes qu'en 1830, par les frères Lander, qui descendirent le fleuve jusqu'à la rivière Noun, bras principal du Delta.

Bien que la partie supérieure et moyenne de cette grande artère fluviale eût été visitée par plusieurs Anglais, Mungo Park, le major Laing, Denham, Clapperton, et un Français, René Caillé, qui, s'embarquant à Djenné, descendit le fleuve jusqu'à Tombouctou en 1828, ce ne fut qu'en 1865 qu'une Compagnie commerciale de Liverpool, la Compagnie de l'Ouest africain, *Ouest African C° Limited*, commença des opérations sérieuses dans le bas fleuve jusqu'alors presque uniquement visité par les négriers.

Puis, les voyageurs français Mage et Quintin remontaient le Sénégal, atteignaient Yamina sur le Niger, et continuaient par eau leur voyage jusqu'à Segou-Sikoro, où ils séjournaient deux ans (1863-1866).

En 1879, les colonnes françaises marchèrent vers le haut fleuve, que le colonel Galieni atteignit l'année suivante.

Peu après, le chemin de fer qui devait relier le Sénégal au Niger se commençait à grands frais et, quand s'ouvrit la Conférence africaine de

Digitized by Google

Berlin, les droits de la France sur ce dernier fleuve semblaient d'autant plus indiscutables que deux Compagnies commerciales françaises s'étaient établies à son embouchure et avaient fondé des postes sur ses deux rives, jusqu'à plus de 600 kilomètres du littoral.

Un document anglais authentique, sur lequel M. Viard, voyageur au Niger, a essayé d'attirer l'attention, constate qu'en 1882 la situation des Anglais sur les bouches du Niger n'avait rien de fixe, rien de définitif.

Ce document, très important en l'espèce, fut placardé dans les établissements anglais de la côte d'Afrique, en vertu d'un acte donné sous le grand sceau à Westminster, le 27 février 1882. Il y est dit que « la partie du bas Niger, ne faisant pas partie du domaine de Sa Majesté et ne faisant partie d'aucun État européen, etc. » (1).

REVENDICATIONS ANGLAISES AU TRAITÉ DE BERLIN

La conclusion logique à tirer de ce document, que rien ne contredisait encore, était que la France, dont le pavillon flottait sur le cours supérieur et inférieur du fleuve, avait des droits indiscutables sur l'ensemble du bassin.

Le représentant anglais, Sir Ed. Mallet, dans une note du 18 novembre 1884, déclare pourtant aux membres de la Conférence que « son gouvernement est parfaitement disposé à laisser étendre au Niger les principes de liberté commerciale; mais il compte que, néanmoins, la surveillance de l'application de ces principes ne sera pas attribuée à une Commission internationale, cette surveillance appartenant de droit à l'Angleterre, comme étant la principale, sinon la seule puissance qui ait des possessions dans le bas Niger ».

Or, à ce moment même, sur 63 établissements européens créés dans le bas Niger, la France en comptait 31 et l'Angleterre 29.

De nombreuses cessions de territoires, de nombreux traités de protectorat et de commerce avaient été consentis par les chefs indigènes au vicomte de Semellé et au commandant Mateï, chef des Compagnies françaises.

Les prétentions anglaises ne furent point accueillies par les membres de la Conférence, et l'acte général se borne à déclarer la région du Niger ouverte à tous les efforts.

Pendant qu'à Berlin Sir Ed. Mallet essayait de faire considérer le Niger comme un fleuve anglais, les Compagnies commerciales de Liverpool, effrayées par la concurrence française, s'imposaient de lourds sacrifices pour s'en débarrasser.

(1) *Au Bas Niger*, par E. Viard.

Digitized by Google

La *National African C°* portait son capital à 25 millions de francs, obtenait du gouvernement anglais des envois annuels de riches cadeaux diplomatiques pour les souverains du Niger et de grands avantages, et enfin négociait l'achat en bloc de tous les comptoirs français.

Un auteur anglais (1) énumère complaisamment, année par année, jusqu'en 1880, le développement des intérêts britanniques dans cette région. « A ce moment, dit-il, une concurrence française vint enrayer le succès grandissant et jeter le trouble dans les opérations des maisons de Liverpool, mais l'or anglais eut vite raison de l'obstacle, et la concurrence disparut. »

ABANDON DES INTÉRÊTS FRANÇAIS

Malgré les instances du commandant Mateï et ses patriotiques avertissements, le gouvernement se désintéressa des affaires du bas Niger, les capitaux français passèrent dans la Compagnie anglaise, et ces mêmes capitaux constituent aujourd'hui en France des intérêts particuliers sérieux, hostiles à nos intérêts généraux et luttant contre le développement de notre influence politique.

Dès lors, l'expansion anglaise ne connut plus d'obstacle : la Compagnie nationale Africaine, dotée d'une charte, devint souveraine des territoires du Niger, et le gouvernement britannique déclara même son protectorat sur le fleuve depuis son embouchure jusqu'à Lokodja et sur son affluent la Bénoué, jusqu'à Ibi.

Il enclavait ainsi sans entente préalable et s'annexait sans façon des territoires qui avaient déjà traité avec nous.

Or, si les Compagnies françaises avaient cédé leur matériel et les concessions territoriales qu'elles avaient acquises sur les deux rives du fleuve, cette transaction ne devait évidemment engager que les contractants, et, comme le fit remarquer le général Faidherbe, ne pouvait conférer aucun droit exclusif et prohibitif au point de vue international.

Les Compagnies françaises ne pouvaient émettre la prétention de céder et les Anglais celle d'acquérir les droits politiques conférés à la France par le séjour de nos nationaux dans le pays et par les traités signés au nom de notre gouvernement avec ses souverains (2).

Ces traités existent-ils vraiment? On les nie assez volontiers dans certaines sphères. Le commandant Mateï m'a affirmé les avoir signés et fait signer lui-même, son témoignage doit lever tous les doutes.

Du reste, si nos droits n'avaient été positivement établis, le ministre des Affaires étrangères n'eût pas tenté de faire ratifier par les Chambres un traité reconnaissant le protectorat anglais sur le bas Niger.

(1) Le captain MOCKLER FERRYMAN, *Up the Niger and Binue.*

(2) Opinion émise par M. FLOURENS, ancien ministre des Affaires étrangères (Journal *L'Éclair*, février 1894).

Digitized by Google

La Commission parlementaire chargée de l'examen de cet acte, ayant conclu contre son adoption, le gouvernement retira son projet de loi et décida de passer outre.

Peu de temps après, le 5 août 1890, en effet, il signait deux conventions qui consacraient toutes les usurpations anglaises.

La première reconnaissait purement et simplement le protectorat anglais sur Zanzibar et le Pemba et annulait l'acte diplomatique de 1862.

Aucune compensation ne nous était accordée pour l'abandon de nos droits sur ces régions.

Par la seconde, la France reconnaissait que la zone d'influence anglaise comprenait tout le Niger jusqu'à Saï, puis le Sokoto et tout ce qui appartient équitablement à cet État.

En échange de la grande voie commerciale du Niger et des plus riches pays agricoles et industriels du Soudan, la France voyait rentrer sous son influence, *sous réserve des droits établis*, le Sahara, terre légère, très légère, comme le dit ironiquement, plus tard, lord Salisbury, et que personne ne songeait à lui disputer; en outre, son protectorat sur Madagascar était reconnu.

Bien que cette convention aliénât des parties du territoire français, elle ne fut jamais ratifiée par les Chambres; en droit, elle est nulle, et quand l'Angleterre fait fi des traités les plus solennels et viole tous nos droits avec audace, nous pouvons n'en tenir aucun compte.

PROTESTATIONS FRANÇAISES. — ENVOI DE MIZON

Telle fut bien l'opinion générale.

Nos droits sur le Niger restaient entiers, de plus les pays qui n'appartiennent pas équitablement au Sokoto demeuraient sans conteste ouverts à nos efforts. La Bénoué, le Bornou pouvaient encore devenir français.

Sous le coup de l'émotion causée par les concessions étranges que notre gouvernement venait de faire à l'ambition britannique et pour protester contre elles, une Société de commerçants patriotes choisit le lieutenant de vaisseau Mizon pour diriger une expédition destinée à tenter de sauver notre avenir en Afrique en réalisant la pacifique conquête de la Bénoué et du Bornou.

Parti en 1890, il revint — après quelles épreuves, vous le savez! — affirmant l'indépendance du Mouri et de l'Adamaoua et rapportant l'assurance que notre pavillon serait accepté dans ces deux riches régions.

Reçu avec le plus grand enthousiasme, il repartit plein de confiance et quand il s'échoua, le 22 octobre 1892, au cœur du Mouri, à ses oreilles bourdonnait encore le bruit des fêtes de Paris.

« Partez, Mizon, la France vous acclame aujourd'hui, elle vous accla-

Digitized by Google

mera demain », lui avait dit le sous-secrétaire d'État. Et fort de cette parole, fort de ce qu'il apprenait, fort des témoignages de ses ennemis mêmes, des agents de la Compagnie Royale du Niger, il plantait d'une main ferme le drapeau de la France dans le Mouri, dans le Bachama et dans l'Adamaoua.

Il avait réussi, malgré les menées de ses adversaires et l'opposition sourde de quelques membres de sa mission, plus ambitieux que patriotes. Et si je m'honore d'avoir, dès le premier jour, défendu son œuvre, c'est que je fus le seul sur les vingt Français qui en furent témoins.

Vous savez ce qui advint. Les réclamations anglaises, les dénonciations d'un attaché à la mission qui n'était Français que pour l'occasion et dont Mizon avait dû se débarrasser, le mutisme de M. Maistre, qui avait évité de rencontrer son compatriote, les intrigues de clans anglophiles ou s'inspirant de la formule « pas d'affaires », tout cela provoqua le rappel de ce vaillant. Alors une Compagnie anglaise, mise au ban des marchands de Liverpool, amena nos pavillons, saisit nos navires, mit aux fers nos nationaux et depuis un an aucune réparation ne nous a été accordée pour ces insultes sans précédent !

TÉMOIGNAGES ANGLAIS EN FAVEUR DE L'ŒUVRE DE MIZON

Puisque les Français se sont abstenus, je produirai, pour la défense de nos intérêts dans le Niger et la Bénoué, les témoignages écrits et parfaitement authentiques :

1° Du capitaine Mockler Ferryman, secrétaire du major Claude Mac Donald, consul général du Bénin, commissaire extraordinaire du Gouvernement britannique dans le Niger ;

2° De MM. Wallace et Mac Intosh, directeurs de la Compagnie Royale du Niger;

3° De M. Bradshaw, agent de la Compagnie près d'Yola;

4° De M. Moore, agent supérieur de la même Compagnie.

A ces témoins, bien placés pour être renseignés, nous demanderons :

1° Le Mouri et l'Adamaoua appartiennent-ils équitablement au Sokoto?

2° En 1890, époque à laquelle Mizon parut dans la Bénoué, les Anglais avaient-ils des traités de protectorat avec ces États?

3° De cette époque à septembre 1894, date des traités de Mizon, en avaient-ils obtenu?

Si le Mouri et l'Adamaoua sont autonomes, si les Anglais n'ont pas obtenu de traités antérieurement à notre compatriote, vous conclurez nécessairement, avec moi, que nos droits sur cette région, étant positivement établis, doivent être intégralement maintenus.

Digitized by Google

LE MOURI ET L'ADAMAOUA APPARTIENNENT-ILS AU SOKOTO?

A la première question, le capitaine Mockler Ferryman, MM. William Wallace et Mac Intosh répondront.

Le premier fit, en 1889, un voyage dans les conditions suivantes, qu'il explique dans un livre intitulé : *Up the Niger and Binue*, publié en 1890. Je cite textuellement :

« Des plaintes avaient été faites par des étrangers et *autres* contre la Compagnie Royale du Niger, accusée d'avoir abusé de ses pouvoirs. Le gouvernement de la reine chargea le major Claude Mac Donald de faire une enquête sur place et, dans ce but, d'avoir des entrevues personnelles avec tous les sultans, rois et chefs des rivières Niger et Bénoué sur lesquels la Compagnie prétendait étendre sa juridiction. »

Comment se fait cette enquête?

Le 29 juillet, le major et son secrétaire embarquent sur le vapeur *Boussa* de la Compagnie Royale. M. W. Wallace, directeur général de la Compagnie, et plus tard M. Charles Mac Intosh, chef du district de la Bénoué, les accompagnent.

Ils remontent la Bénoué et le Mayo Kebbi jusqu'à Biffara, le Niger jusqu'à Rabba, visitent les affluents de ces artères fluviales, les bras du Delta, parcourant ainsi environ 8.000 kilomètres en trois mois, de fin juillet à fin octobre 1889.

L'enquête ainsi menée n'avait été qu'une agréable promenade durant laquelle notre auteur avait encore trouvé le temps de se livrer à ses sports favoris : chasse et pêche. Il ne serait donc pas téméraire de supposer qu'il n'a pu voir et apprendre autre chose que ce que ses bienveillants cicerones ont voulu lui faire voir et apprendre, et son livre, long panégyrique de la Cie Royale, reflète la seule pensée de Sir William Wallace.

Le témoignage n'en est que plus précieux. Page 53 de son livre, le capitaine nous apprend quels sont les États qui dépendent du Sokoto.

« Les Foulah, dit-il, dominent les États appelés aujourd'hui, comme autrefois, les états Haoussas. Ce sont : Gober, Biram, Daura, Kano, Katsena, Baoutchi et Zaria.

« Les États Haoussas bâtards sont : Zanfara, Kebbi, Yauri, Noupé, une portion du Yorouba et de l'Adamaoua, en outre le Gourma et le Zaberna (1). »

Ces derniers États Haoussas bâtards ne dépendent évidemment pas du Sokoto, puisque, en 1886, l'Angleterre étendait nominalement son protec-

(1) Cette classification, empruntée au voyageur BARTH, ne comprend pas le Mouri.

Digitized by Google

torat sur le Noupé et le Yorouba, plusieurs années avant d'entrer en relations avec le Sokoto.

D'un autre côté, Monteil nous a appris que les Foulah n'avaient conquis le Kebbi qu'au moment de son passage dans la région.

Les États bâtards sont donc bien indépendants.

Mais le capitaine Ferryman achèvera de nous fixer sur la position de ces États :

« Le sultan du Sokoto (page 55) porte le titre d'Émir el Moumenin, commandeur des croyants, et de serki du Soudan, chef du Soudan. Il est considéré par son *propre peuple* comme supérieur aux autres chefs. »

C'est donc un lien purement religieux qui unit l'Émir aux États musulmans du Soudan.

Ce titre d'Émir el Moumenin est aussi porté par l'empereur du Maroc et par le sultan de Turquie, dont l'autorité religieuse dépasse de beaucoup les bornes de leurs Empires.

Afin qu'il n'y ait aucun doute à ce sujet, voici un autre témoignage :

« M. Charles Mac Intosh, une autorité dans les affaires de la Bénoué, dit notre auteur, page 126, exprime surtout un grand doute sur la cohésion des états du Sokoto, en ce qu'il considère comme très douteux qu'aucun des sultans voulût envoyer un contingent pour aider l'Émir dans une guerre, à moins que ce ne fût une guerre religieuse et il ne pense pas davantage que l'Émir voulût aider ses vassaux. »

Dans ce livre de quatre cents pages, écrit pour l'exaltation des intérêts anglais et surtout de la Compagnie Royale, cite-t-on des faits pouvant servir à démontrer cette vassalité ? Non, pas un ; mais, en revanche, il est tout émaillé de traits bien propres à établir l'indépendance complète des souverains du Mouri et de l'Adamaoua.

Le capitaine Ferryman nous raconte que Mohammed Ynah, sultan du Mouri, ayant encouru la disgrâce de l'Émir, celui-ci voulut le remplacer par Bourouba, chef de Bakoundi, qu'il manda près de lui.

« En même temps, dit-il, il somma Ynah de se présenter devant lui pour le réprimander publiquement, mais Ynah se défia, sachant bien que la distance était trop grande pour qu'il pût tomber entre les mains de l'Émir et si les choses venaient au pire, comptant sur l'appui de la Compagnie avec laquelle il avait signé un traité d'alliance offensive et défensive.

» Alors l'Émir déposa Ynah et dépêcha un envoyé, Bokari Dangala, à Bakoundi, pour engager Barouba à retourner dans le royaume du Mouri.

» Le chef Barouba n'en tint pas compte. »

Je prouverai plus loin la non-existence de ce traité d'alliance offensive et défensive et je ferai remarquer combien les deux sultans du Mouri tiennent peu compte des avantages ou des réprimandes que leur réserve leur suzerain.

Digitized by Google

L'autorité de l'Émir est-elle plus grande dans l'Adamaoua?

« Le sultan de l'Adamaoua, dit le capitaine, est vassal du Sokoto; la Compagnie ne pouvant obtenir d'Amarou Sanda l'autorisation de commercer dans ses États, crut donc à l'opportunité d'une visite de M. Joseph Thomson à l'Émir pour obtenir une lettre qui enjoindrait à son vassal d'encourager le commerce avec les blancs. Ce document fut, en 1886, envoyé à Yola et lu au sultan qui pourtant refusa d'y obtempérer. »

C'est formel! Dans l'Adamaoua comme dans le Mouri les ordres de l'Émir sont, au témoignage même de nos concurrents, dépourvus de force et de sanction.

Eh bien! là encore le capitaine Ferryman, interprète de la Compagnie anglaise, a été trompé par elle.

Les lettres auxquelles il fait allusion, apportées par Bokari et par G. Thomson, Mizon les a vues, il les a en mains à l'heure actuelle, et dans chacune l'Émir el Moumenin traite les sultans d'égal à égal et non de suzerain à vassal.

Il fait valoir à Amarou Sanda que l'islamisme peut retirer de grands profits de relations commerciales avec les Européens, que lui-même a ouvert aux chrétiens plusieurs marchés du Sokoto et que leur présence sur celui d'Yola peut sans scrupules religieux être tolérée.

Amarou Sanda avait d'autres vues: il passa outre.

L'autonomie des États du Mouri et de l'Adamaoua est donc nettement établie.

A L'ÉPOQUE DE L'ARRIVÉE DE MIZON DANS L'ADAMAOUA, LES ANGLAIS AVAIENT-ILS OBTENU DES TRAITÉS DE PROTECTORAT ?

En 1890, époque à laquelle Mizon parut dans la Bénoué, les Anglais avaient-ils des traités de protectorat avec les États musulmans?

Nous allons, pour répondre, étudier avec le capitaine Ferryman l'histoire des relations de la Compagnie avec ces États :

« Le docteur Barth, écrit le capitaine, fut le premier Européen qui visita Yola, et quoiqu'il eût été reçu en audience par l'Émir, il ne fut pas autorisé à rester dans la ville (page 90).

» Sa visite fut suivie par celle d'une expédition du *Church Missionary Society*, en 1880, que l'Émir refusa simplement de voir. L'explorateur allemand Herr Flegel fut deux fois admis en présence de l'Émir, qui, à la deuxième occasion, lui ordonna péremptoirement de partir.

» En 1883, M. William Wallace, envoyé par la *Société Nationale Africaine*, fut très bien accueilli par l'Émir qui reçut de lui beaucoup de cadeaux précieux et lui accorda la permission de revenir faire du commerce dans la ville. L'année suivante M. Wallace visita de nouveau la

Digitized by Google

place et fut reçu par l'Émir qui refusa pourtant ses cadeaux, montrant ainsi que quelque chose lui avait déplu.

» Peu après M. Dangerfield est envoyé avec le matériel de la Compagnie, mais, à son grand étonnement, le sultan refusa de lui laisser prendre terre et de faire du commerce à bord du steamer. — Cependant, en 1885, le ponton *Emyly Watters* fut envoyé à Yola avec un grand stock de marchandises.

» A son arrivée, il reçut l'ordre de s'en aller. Les eaux avaient baissé dans la rivière ; l'ordre était impossible à exécuter. — Après beaucoup de démarches Davenport et son agent indigène furent autorisés à commercer, *mais le sultan, en formant un blocus d'embarcation autour du ponton, empêcha les opérations.* »

En 1887, la Compagnie obtient l'autorisation de commercer à Ribago.

« En 1889, le voyageur allemand Zintgraff visita Yola, où il fut reçu d'une façon inhospitalière; on lui donna l'ordre de quitter la ville sur-le-champ. »

Au moment où le capitaine visite la région, les Français sont fort éloignés et l'Allemand semble le concurrent redoutable; aussi, aux réels insuccès de la Compagnie anglaise, notre auteur oppose-t-il les prétendus insuccès des voyageurs allemands.

La vérité est que Flegel a laissé dans tout le pays une belle réputation. Vêtu à la mode foulfoude, parlant couramment le haoussa, il parcourait le pays comme un grand seigneur en voyage, précédé de musiciens et offrant à ses hôtes une large hospitalité.

Partout, notamment à Yola et à Countcha, on m'a parlé dans les meilleurs termes de Si Abderrahman, le riche voyageur chrétien.

M. Wallace n'est pas venu à Yola après Flegel, mais bien entre les deux séjours qu'y fit l'explorateur allemand.

Mizon nous apprend qu'Amarou Sanda, frère et prédécesseur du sultan actuel Zoubir, l'avait pris en grande affection et qu'il ne voulut point recevoir les Anglais parce que Flegel lui avait annoncé l'arrivée prochaine de marchands de son pays.

Et les Anglais ne s'y trompèrent pas : leur haine contre Flegel était telle que quand le grand voyageur vint, brisé par la maladie, leur demander l'hospitalité, ils le laissèrent mourir dehors et sans soins à la porte de leurs établissements.

Les Adamans sont persuadés que Flegel a été assassiné par les Anglais.

Tel était l'état des relations des Anglais avec l'Adamaoua au moment où le Commissaire extraordinaire de la reine vint demander audience au sultan Amarou Sanda.

Fut-il plus heureux que les représentants de la puissante Compagnie ?

« Le Commissaire, désirant avoir une entrevue avec le plus haut per-

Digitized by Google

sonnage de la région, dit le capitaine Ferryman, lui envoya des messagers pour arranger une rencontre.

» Le sultan refusa de les voir disant *qu'il était trop occupé* et qu'il enverrait le lendemain une lettre au sujet de l'audience.

» Peu après le lever du soleil, les messagers apportaient la parole du sultan, *il ne désirait voir aucun blanc.* »

Là-dessus la mission anglaise quitte la capitale et poursuit son voyage, laissant force cadeaux au chef des Arabes, sorte de consul des étrangers, pour amener une entrevue quelques jours plus tard.

« Au retour, écrit notre auteur, le Commissaire, jouant sa dernière carte, m'envoya essayer de voir le Yerima, fils aîné du sultan, et tâcher d'obtenir par son intermédiaire une audience de son père.

» Je ne fus pas reçu avec beaucoup de politesse, le Yerima ne daigna ni se lever ni m'offrir la main....

» Il promit que son père enverrait sa réponse le lendemain de bonne heure.....

» Le lendemain vint sans amener la réponse du sultan. »

Il est assez piquant de savoir que le capitaine ne vit point le Yerima. Ce titre, qui veut dire successeur désigné et répond à celui d'héritier présomptif, ne pouvait être porté que par Zoubir, frère d'Amarou Sanda, et qui lui succéda peu après.

En cette occasion, le capitaine vit un personnage quelconque chargé de jouer un rôle.

Désormais, Messieurs, nous sommes fixés et nous pouvons affirmer en toute certitude qu'en 1890 les Anglais n'avaient aucun traité de protectorat avec le sultan de l'Adamaoua.

L'histoire des relations des Anglais avec le Mouri est beaucoup moins clairement traitée dans le livre du capitaine Ferryman. M. Mac Intosh, qui n'avait pas la conscience tranquille après les massacres auxquels il s'était livré dans la région, a embrouillé comme à plaisir les renseignements qu'il fournissait à l'enquête du major.

On constate seulement que, sur un ordre du sultan du Mouri, — que le capitaine appelle je ne sais pourquoi Mohammed Ynah, quand il n'est connu, depuis douze ans qu'il règne, que sous celui de Mohammed Abd el Boubakar, — les Anglais établis sur de nombreux points durent quitter ses États.

Le Commissaire extraordinaire ne put voir le sultan.

« Le major, dit le capitaine, avait l'intention d'aller à Mouri voir le sultan ; mais à cause des pluies il considéra que le voyage lui prendrait trop de temps (il faut une journée de cheval) et en conséquence, en montant la rivière, il lui envoya une lettre l'informant qu'il lui serait agréable de le voir à son retour.

Digitized by Google

» .... A notre retour, nous trouvâmes la réponse, dans laquelle le sultan disait qu'à la nouvelle de l'arrivée du major à Laou, il s'y rendrait. Il nous fut impossible de l'y attendre. »

L'échec est complet et il a plusieurs motifs. Les Anglais voulant bombarder Djebou, ville vassale du Mouri, mais craignant la résistance d'indigènes particulièrement braves, attirèrent Abd el Boubakar à bord du vapeur *Kano* (1) et se couvrirent de sa présence respectée. La ville fut bombardée et prise presque sans résistance les naturels n'osant combattre leur maître; mais le sultan, furieux du rôle qu'ils lui avaient fait jouer, chassa les Anglais de ses États.

Il semble peu probable qu'il se décide jamais à remettre les pieds sur un vapeur anglais de la Compagnie.

En second lieu, ce prince connaissait toutes les intrigues des Anglais contre sa personne.

Quand la Compagnie se vit chassée du Mouri, elle offrit au Sokoto son concours pour conquérir cet État. L'Émir, qui ne se souciait pas de tenter cette aventure, essaya d'exciter l'ambition de Bourouba, frère et vassal de Abd el Boubakar, chef de Bakoundi.

Comme par hasard, le major Mac Donald se rencontra dans cette ville avec Bokari, l'envoyé de l'Émir.

« Mais, nous dit le capitaine, le sultan de Bakoundi était dehors avec ses troupes, en train de punir quelques tribus païennes qui avaient pillé des caravanes d'ivoire. »

Décidément l'ambassadeur de la reine n'a pas de chance dans ses visites aux chefs d'États de la Bénoué et votre opinion doit être faite sur la valeur des traités passés avec des souverains qui ne désirent pas voir les blancs, qui sont trop occupés pour les recevoir, qui habitent trop loin ou choisissent l'heure de l'arrivée de l'ambassadeur pour aller guerroyer ailleurs. Cependant, je vous apporterai encore un témoignage, celui de M. Moore, « senior executive officer (2) » à Ibi, puis à Gueroua; bien placé, par conséquent, pour être exactement renseigné.

Le 17 avril 1894, il écrit à Mizon :

« Je suis absolument dégoûté d'entendre de quelle manière vous traite la Compagnie Royale du Niger.

« Je suis certain qu'elle n'a pas de traité politique avec Yola et l'Adamaoua; j'ai essayé d'en obtenir quand j'étais à Gueroua, mais le sultan Zoubir ne voulut faire de traité pour aucune place sous sa domination et je puis dire qu'une Compagnie française a autant de droits que la Compagnie Royale du Niger. »

(1) *La seconde Mission du lieutenant Mizon*, par l'adjudant CHABREDIER (*Journal des Voyages*, Mars 1894).

(2) Chef des services administratifs en résidence à Ibi dans le Mouri en 1891 et à Gueroua dans l'Adamaoua en 1892.

Digitized by Google

Le 26 avril 1894, le même M. Moore écrit encore :

« Quant à un traité accordé à la Compagnie Royale du Niger, il n'en existe pas pour le Mouri lui-même ; cela, je l'ai par écrit dans une lettre de M. Wallace. »

Ces loyales déclarations achèveront de vous convaincre qu'en 1890 les Anglais n'avaient aucun traité avec les chefs du Mouri et de l'Adamaoua.

DE 1890 A 1893 LA COMPAGNIE DU NIGER A-T-ELLE OBTENU DES TRAITÉS ?

Et depuis, la Compagnie a-t-elle eu plus de succès ?

Le témoignage de M. Moore vous apprend qu'en 1892 elle n'avait encore rien obtenu.

En fin janvier 1893, j'arrivais à Yola avec la mission Maistre.

A huit kilomètres à l'ouest de la ville, nous trouvâmes un ponton mouillé en pleine rivière. Un seul Anglais, l'habite, M. Bradshaw, mais il lui est interdit d'aller à terre. Cela, il me le répète à satiété, car il aimerait la chasse, les courses à cheval, et se trouverait moins isolé, moins perdu, s'il pouvait courir à travers les belles et giboyeuses vallées de l'Adamaoua, se mêler aux populations.

J'ai noté quotidiennement ces conversations sur mon journal et j'en trouve actuellement l'utile écho.

31 janvier 1893. — Je ne suis pas autorisé à mettre les pieds à terre. — Seul ici, confiné sur mon ponton, je mène une vie de galérien.

1er février. — Je ne vais jamais à Yola. Je suis rivé à mon bord comme en pleine mer.

3 février. — Je ne suis pas autorisé à entrer dans Yola ; seul, mon clerc noir, sous la conduite du serki Moussa, peut y aller pour affaires...

On pourrait peut-être encore objecter le succès du lieutenant Von Stetten qui affirma un moment avoir signé avec le sultan Zoubir un traité ouvrant l'Adamaoua aux seuls sujets de l'empereur d'Allemagne, mais, il a été reconnu depuis, par le gouvernement allemand lui-même, que le titre rapporté par le lieutenant Von Stetten était une lettre d'affaires polie, écrite et signée du serki Moussa, ce chef placé par le sultan près de la Compagnie pour vérifier ses transactions et en tenir compte pour baser la perception de ses droits, véritable receveur des douanes du pays.

De la correspondance échangée à ce sujet entre Mizon et l'officier allemand, il résulte que celui-ci traitait directement avec le sultan de l'Amadaoua, ne tenant pas plus compte des droits de la Compagnie anglaise que de ceux du Sokoto. Or, pendant son séjour à Yola, il était l'hôte des Anglais, logeant et mangeant à bord de leur vapeur *Noupe*.

Digitized by Google

CONCLUSION

Tels sont les faits dans toute leur simplicité et les témoignages peu suspects que je tenais à produire. Désormais aucune incertitude ne peut demeurer sur le droit qu'avait Mizon de signer des traités politiques avec le Mouri et l'Amadaoua.

Mais, en présence de tous ces témoignages étrangers, de quelle stupeur n'est-on pas frappé, quand on ne les voit corroborer que par une seule affirmation française? (1).

Sans doute, parmi les compagnons de Mizon et de Maistre, plusieurs n'étaient pas en situation de se prononcer; mais combien d'autres ont gardé le silence, ou même ont publiquement et cyniquement porté contre lui des accusations profitables aux seuls intérêts étrangers!

Quand les Anglais eux-mêmes sont forcés de reconnaître leurs échecs successifs, de quel nom, je vous le demande, flétrir les Français qui, par des rapports mensongers, ont provoqué le rappel de Mizon, ou qui, malgré la connaissance des témoignages que j'apporte ici (car, dès mai 1893, j'avais remis un rapport détaillé au secrétaire du Comité de l'Afrique française), ont soutenu ces ambitieux sans conscience, et demandent même encore pour eux la récompense suprême: la Légion d'honneur!

Messieurs, pardonnez à mon indignation, mais la conséquence de leur crime de lèse-patrie a provoqué une convention entre l'Angleterre et l'Allemagne, dont les suites peuvent être difficilement réparables.

Elle nous a conduit à céder à l'Allemagne l'Adamaoua, depuis Yola jusqu'à la Sanga, les riches contrées du Mandara, du Logone et une partie du Bornou.

Au lieu d'avoir conservé tout le bassin du Tchad, comme nous pouvions l'espérer, puisque Mizon, Maistre et Ponel, par trois fois, avaient barré aux Allemands l'accès de ce bassin, et que les Anglais avaient, à plusieurs reprises, échoué dans le Bornou, nous voyons l'Allemagne recueillir sans efforts les plus riches parties de cette région et ne nous laisser, sur la voie la plus courte, la plus facile pour y accéder, qu'un point sans importance dans un marais pestilentiel: Biffara.

Et, maintenant, que nous reste-t-il à faire pour réparer autant que possible l'échec subi par notre politique en Afrique? Exiger une réparation solennelle à l'insulte faite à notre pavillon, et maintenir énergiquement tous nos droits acquis, et qui nous substituent à l'Angleterre dans les régions du Mouri, de l'Adamaoua et du Bornou — que l'Allemagne lui abandonnait par la convention de 15 novembre 1893. Ainsi conserve-

(1) M. Bonnel de Mézières, en voyage dans le Sahara quand je prononçais ces paroles, a depuis apporté son témoignage en faveur des intérêts français.

Digitized by Google

rons-nous, dans le Soudan central, la situation prépondérante que la possession des terres légères, très légères, du Sahara ne saurait nous assurer.

Notre gouvernement, mieux éclairé, semble tendre à ce but, et je l'en félicite.

La politique que nous devons poursuivre en Afrique a été synthétisée en une formule fort simple par le général Philebert : faire un tout de l'Algérie, du Sénégal et du Congo. Est-ce donc plus difficile que joindre le Cap au Caire, suivant une formule neuve mise en avant à grand fracas, mais qui doit être complétée par celle-là : relier le Niger au Nil, qui semble contenir le programme de la Compagnie anglaise.

Pour créer notre empire africain, les bonnes volontés ne manquent pas ; tout ce qu'on peut souhaiter, c'est que le gouvernement sache les reconnaître, les utiliser et les soutenir.

En ce moment, nous avons en Afrique un auxiliaire tout indiqué, Rabah, ce lieutenant du Mahdi qui a soumis le Baghimi, le Darfour, le Bornou, Sinder, et marche sur Cano. Il a pour ennemis naturels les Anglais qui, viennent récemment, disent-ils, de conclure contre lui un traité d'alliance offensive et défensive avec le Sokoto. Cet empire, pris de peur devant l'imminence du péril, aurait consenti un traité qu'il se refusait à signer depuis plus de six ans, bien que la Compagnie Royale du Niger se targuât depuis longtemps de l'avoir obtenu.

Ce Rabah, qui ne paraît pas être un agent anglais comme on l'a dit tout d'abord, vient de créer, dans les régions abandonnées à l'influence de la France, un vaste empire africain qui n'a, je le répète, d'autres ennemis naturels que les nôtres. Depuis longtemps, nous devrions avoir près de lui un représentant attitré, l'aidant de ses conseils dans l'organisation de son jeune royaume, et faisant prendre à sa politique une orientation favorable aux intérêts français.

Son entrée en scène simplifie notre action en Afrique et réalise la création de ce royaume musulman, dont le colonel de Polignac fait depuis longtemps et si éloquemment la base de notre prépondérance en Afrique. Je salue son avènement, qui apporte à notre pays une espérance de plus, et je compte sur la patriotique clairvoyance de notre ministre des Colonies et du gouvernement tout entier pour ne pas permettre qu'un pasteur anglais nous devance et tourne contre nous l'instrument merveilleux qui vient s'offrir pour faciliter le développement de l'influence française en Afrique et la réalisation de notre programme : FAIRE UN TOUT DE L'ALGÉRIE, DU SÉNÉGAL ET DU CONGO.

Digitized by Google

M. le Baron HULOT

à Paris.

ORIGINES DE LA COLONISATION FRANÇAISE AUX ANTILLES

— Séance du 13 août 1894 —

Les documents relatifs aux colonies françaises des Antilles sont intéressants et nombreux. Manuscrits et imprimés peuvent être consultés principalement aux Archives coloniales, à celles de la Marine et à la Bibliothèque nationale.

Parmi les publications, il faut citer les volumineux ouvrages du P. du Tertre parus de 1654 à 1671, du P. Labat en 1722, du colonel Boyer Peyreleau en 1823, qui traitent de l'histoire générale des Antilles françaises, et les études de M. Pardon en 1877, de M. Guët en 1893, qui concernent plus spécialement la Martinique.

Cependant le sujet n'est pas épuisé. L'écrivain qui s'attacherait à décrire les événements arrivés aux Antilles depuis notre prise de possession jusqu'à nos jours, en insistant sur les différents systèmes de colonisation appliqués dans ces îles, rendrait à l'histoire et à la politique coloniale un véritable service. Aujourd'hui surtout, où l'on parle de ressusciter en France les Compagnies de colonisation, il serait bon de rechercher quels ont été dans le passé les résultats d'une semblable organisation. En attendant qu'un érudit accomplisse cette tâche utile et laborieuse, nous essaierons de retracer sommairement les circonstances de notre installation aux Antilles et la gestion de la première Compagnie que nous y avons établie.

***

Au commencement de 1625, un flibustier normand, Pierre Bélain d'Esnambuc, attaqua dans les eaux des Antilles un galion lourdement chargé. Son brigantin, *la Victoire*, qui jusque-là avait justifié son nom, fut défait, poursuivi et forcé de se réfugier en toute hâte sur une côte hospitalière. Il aborda à l'île Saint-Christophe où d'Esnambuc rencontra Levasseur, autre écumeur de mers, normand comme lui et victime d'une semblable infortune. Celui-ci avait perdu son navire, mais à l'aide de ses quatre-vingts hommes d'équipage et des quarante nègres qui composaient sa « cargaison », il avait élevé deux fortins destinés à le garantir des incursions des Caraïbes et des surprises des Espagnols. Colon médiocre, il n'avait jamais

Digitized by Google

songé qu'à pratiquer la course ou à exercer la traite et sa grande occupation fut, avant l'apparition de *la Victoire*, de chercher dans son exil l'heureux filon d'or ou d'argent qui le mènerait à la fortune.

D'Esnambuc, cadet d'une ancienne famille ruinée au temps de la Ligue, avait des vues plus étendues. Il était parti de Dieppe avec son ami Urbain du Roissey, emmenant sur son brigantin cinquante hommes, quatre canons et quelques pierriers pour « écumer les eaux du Pérou » et au besoin coloniser. Du jour où il unit ses efforts à ceux de Levasseur, la culture du tabac se développa dans la petite colonie et devint un article d'exportation. Diplomate à ses heures, le nouveau venu s'entendit avec le capitaine Warner, qui s'installait à la tête d'une poignée d'Anglais sur un autre point de Saint-Christophe. On convint que cette terre serait partagée en deux portions égales et que chacune des nations conquérantes enverrait une députation auprès de son gouvernement pour obtenir de lui la constitution d'une Compagnie coloniale.

La Victoire réparée, chargée de tabac, reprit aussitôt la route de France. Avec l'appui des armateurs de son bâtiment, d'Esnambuc obtint une audience du cardinal de Richelieu. Le puissant ministre, qui s'intéressait déjà aux entreprises lointaines et à la formation de notre domaine colonial, favorisa la fondation d'une Société destinée à fournir au capitaine les moyens de poursuivre son œuvre.

Cette Compagnie avec privilège de commerce fut créée le 2 octobre 1626 « pour aller peupler et faire habiter les isles de Saint-Christophe et de la Barbade situées à l'entrée du Pérou (1), y trafiquer et négocier de toutes sortes de denrées et marchandises ». Elle fut constituée pour une durée de vingt ans et reçut l'autorisation « d'étendre ses établissements autant qu'elle le pourrait, sous la redevance, envers le gouvernement, du dixième des denrées provenant des colonies qu'elle parviendrait à fonder ». D'autre part, pour couvrir les frais qui lui incomberaient, le droit lui fut reconnu de prélever cent livres de tabac ou cinquante livres de coton sur chaque habitant depuis l'âge de dix ans jusqu'à celui de soixante ans.

D'Esnambuc et du Roissey, dont les signatures figurent au bas de cette convention, furent inscrits par Richelieu au nombre des officiers de la marine royale. Cette distinction compensa aux yeux des deux pionniers la modicité des ressources mises à leur disposition.

La Compagnie avait été montée par actions de deux mille livres. Vingt-cinq mille livres seulement furent souscrites par treize associés. Au nombre de ceux-ci se trouvait Richelieu, qui témoigna de l'intérêt qu'il portait à l'entreprise en ajoutant à sa cotisation un cadeau de neuf mille

(1) On désignait souvent les Antilles sous le nom d'*îles du Pérou* et les flibustiers de ces parages sous celui de *péroutiers*.

Digitized by Google

livres, destiné à l'achat d'une frégate légère que d'Esnambuc nomma *la Cardinale.*

Comme le brigantin *la Victoire* était estimé onze mille livres par les armateurs, le capital social se trouva porté à quarante-cinq mille livres. Ajoutons que l'État mit à la disposition des associés un petit navire, *la Catholique*, pour le transport des émigrants.

Le privilège exclusif de trafiquer, concédé en 1626 à la Société dite de Saint-Christophe par « monseigneur le grand maistre et surintendant du commerce de France », a été le point de départ d'une série d'erreurs qui ont entravé sans cesse le développement de nos Compagnies coloniales. Toutes les îles françaises d'Amérique furent assujetties à ce système qui, prohibant le commerce avec les étrangers, arrêtait l'essor de nos possessions et disposait nos nationaux à considérer nos colonies comme autant de propriétés privées dont les non-Français devaient être exclus. Parfois, une nécessité impérieuse ou un intérêt bien entendu portèrent nos colons à trafiquer en secret avec des négociants étrangers, notamment avec les Hollandais; mais à chaque reprise ce commerce interlope fut interrompu et nos îles durent renoncer à un mouvement d'échanges qui, dépouillé de toute entrave, les eût conduit à la fortune.

*
* *

Le 24 février 1627, d'Esnambuc et du Roissey partirent, le premier du Havre, le second de Port-Louis (Morbihan), avec 532 hommes montés sur les trois bâtiments que nous avons signalés.

Quoique la somme souscrite par les associés parût bien modeste pour une vaste entreprise, armateurs et capitaines furent si pressés de l'utiliser qu'ils rassemblèrent à la hâte les approvisionnements sans tenir un compte suffisant des chances de retard dans la traversée et des difficultés d'une première installation. On voulait agir vite et embarquer le plus grand nombre possible d'émigrants.

Le recrutement de ces derniers s'était effectué très facilement, tant en Bretagne que dans le pays de Caux, par les soins des chefs de l'expédition. Les prodigieuses conquêtes des Espagnols, le goût des aventures, l'appât du gain, le régime successoral alors en vigueur, disposaient les Français de ce temps beaucoup plus que ceux d'aujourd'hui à chercher fortune au loin.

Par malheur, l'imprévoyance et l'insouciance des organisateurs eurent des conséquences désastreuses. La traversée ne s'effectua qu'en soixante-quinze jours, les vivres manquèrent et plus de deux cents passagers périrent en route. Les survivants arrivèrent épuisés à Saint-Christophe, le 8 mai.

Les Anglais avaient été plus sages. Ils n'avaient donné passage qu'à quatre cents hommes pleins de santé, qui parvinrent à destination sans

Digitized by Google

encombre, avec des ressources proportionnées aux besoins d'une colonie naissante. Ni l'exemple de nos voisins, ni les tragiques leçons de l'expérience ne devaient servir avant longtemps à redresser les erreurs de nos Compagnies de colonisation. Cédant au désir d'augmenter sans mesure le nombre de nos colons, les associés embarquèrent toujours plus de monde que ne le permettait l'importance des approvisionnements. C'est ce qui advint un an plus tard, lors du second voyage de du Roissey en France. L'histoire des Antilles françaises enregistre à chaque page des pertes occasionnées par de semblables imprudences.

Le 13 mai 1627, Anglais et Français se partagèrent les terres de Saint-Christophe, comme il avait été convenu. Les Français s'établirent sur la côte à l'est et à l'ouest : d'Esnambuc à la Capesterre, c'est-à-dire au levant ; du Roissey à la Basse-terre, c'est-à-dire à l'occident. Les Anglais occupèrent la région montagneuse. Sur le versant opposé s'étaient retirés les Caraïbes.

Levasseur, qui devait recevoir une indemnité de trois mille livres prélevée sur les premiers bénéfices de la Compagnie de Saint-Christophe, fut, conformément à son désir, nommé commandant de l'île de la Tortue, où son équipage le suivit. Après plusieurs déconvenues qui le ramenèrent dans notre premier établissement à diverses reprises, il fut définitivement installé à la Tortue et commissionné par la Compagnie en 1640. Douze ans plus tard, il mourut assassiné par deux de ses employés. Notons en passant que ce pionnier appartenait, ainsi que son ancien équipage, à la religion protestante. Il comptait au nombre de ces huguenots que la Révocation de l'Édit de Nantes devait bannir, en 1685, pour le plus grand dommage de la mère patrie.

Le début de notre colonisation fut contrarié tant par les empiètements des Anglais que par les soulèvements des Caraïbes. D'Esnambuc eut encore à lutter contre le découragement de nos nationaux, dont les ressources étaient insuffisantes et la situation précaire.

Un voyage de du Roissey dans la métropole ne répondit pas à l'attente de la colonie. Il était parti sur *la Cardinale* avec un chargement considérable de tabac. Tout lui permettait d'espérer un bon accueil. En octobre 1627, il arrivait en France et s'apprêtait à faire des démarches, quand il apprit que Richelieu, occupé par le siège de La Rochelle, ne pourrait le recevoir. D'autre part, les associés étaient dispersés et du Roissey ne réussit pas à provoquer une assemblée de la Compagnie. Force fut de retourner à Saint-Christophe avec le prix de la cargaison et cent cinquante passagers qui, mal pourvus, mal soignés, étaient réduits à une centaine le jour du débarquement (mai 1628).

Un si maigre résultat nécessitait une intervention directe de la part de d'Esnambuc, d'autant que les Anglais, devenus plus nombreux que nos nationaux, empiétaient sur notre territoire, au mépris du traité et sous

Digitized by Google

prétexte que le partage devait être proportionnel au chiffre de la population européenne de l'île. Nous connaissons cette thèse que nos voisins d'Outre-Manche soutiennent partout où ils sont en majorité. Cette fois, le normand d'Esnambuc déjoua leurs calculs (1). Sans s'indigner, comme d'autres eussent été tentés de le faire, il temporisa, promit d'aller en France pour examiner avec les associés s'il serait possible d'affermer une partie des terres aux Anglais, reçut d'eux l'engagement formel de se conformer aux dispositions contenues dans le traité jusqu'à son retour, confia à son second le commandement de la colonie française, s'embarqua précipitamment pour le Havre et se présenta chez le cardinal de Richelieu à Saint-Germain, peu de jours après la reddition de La Rochelle.

Le ministre se laissa facilement convaincre par le marin. Soucieux de maintenir avec fermeté les droits de ses nationaux, le gouvernement voulait surtout prémunir nos possessions contre les attaques de l'escadre espagnole de don Frédéric de Tolède, qui faisait voile pour les Antilles. Dans cette pensée, il confia à l'amiral de Cahuzac le commandement d'une escadre de dix navires avec mission de défendre nos îles. D'Esnambuc fit partie de l'expédition.

Nous le voyons au Havre, le 5 juin 1629, sur *la Cardinale*, en compagnie de ses neveux du Parquet et surveillant l'embarquement de trois cents émigrants. Le 25 juillet, notre flotte paraît devant Saint-Christophe; du Roissey l'informe qu'au mépris de la foi promise les Anglais ont continué leurs empiètements. Cahuzac somme en vain nos voisins de rentrer dans leurs limites; puis, joignant l'acte à la parole, il leur prend quatre navires dans un rude combat et les oblige à se retirer (2 août). Un nouveau traité de paix et d'alliance est alors conclu sur les bases de la première convention (7 août) et généreusement l'amiral restitue aux vaincus les bâtiments capturés.

N'ayant aucune nouvelle des Espagnols et croyant Richelieu mal informé, Cahuzac s'éloigne bientôt de Saint-Christophe pour s'emparer de Saint-Eustache. Mais, dans les premiers jours de septembre, survient Frédéric de Tolède à la tête de forces imposantes. Les Anglais feignent de secourir la centaine d'hommes que nous pouvons mettre sous les armes, sauf à donner au premier engagement le signal de la débandade. Les Français, commandés par du Parquet, luttent et succombent avec leur chef, et d'Esnambuc, malgré son énergie, doit se rendre. Nos colons, au nombre de quatre cents, sont embarqués sur deux navires et vont se réfugier à Saint-Martin.

(1) On pourrait rapprocher cette attitude de celle des Canadiens français, fils de Normands pour la plupart. Quand l'immigration assura aux Anglo-Saxons la supériorité numérique (1840) ils substituèrent à la représentation par parties égales des députés des deux races, la représentation proportionnelle. Les Canadiens français manœuvrèrent de telle sorte qu'ils dirigèrent les affaires de 1842 à 1867, et qu'ils n'ont jamais cessé de prendre une part très notable au gouvernement de leur pays.

Digitized by Google

Là, pour comble d'infortune, des rivalités surgirent entre Normands et Bretons. Cinquante de ceux-ci, entraînés par du Roissey, firent défection. Après bien des vicissitudes, ils rentrèrent en France et le compagnon infidèle de d'Esnambuc, qui comptait sur l'impunité, fut, par l'ordre de Richelieu, emprisonné à la Bastille.

Sans un hasard inespéré qui amena, à Saint-Martin, un navire démâté de l'escadre française, nos colonies des Antilles étaient perdues sans retour. Le capitaine Giron, qui commandait ce bâtiment, prit à son bord d'Esnambuc, marcha sur Saint-Christophe où les Anglais cultivaient paisiblement nos terres, les attaqua soudain, leur prit deux navires et, sans autre forme de procès, réinstalla nos colons dans leurs biens.

Cet événement se passait à la fin de 1629.

Le 17 novembre de la même année, Louis XIII avait décidé de frapper d'un droit d'entrée de trente sols la livre de tabac arrivant dans les ports de France, seul le tabac de Saint-Christophe bénéficiant d'une exemption.

Cet avantage aurait pu causer la perte de la colonie qu'on avait cru favoriser. Chacun voulut profiter du privilège. La culture du manioc et des céréales nécessaires à l'alimentation fut totalement délaissée pour celle du tabac. Un jour, les vivres manquèrent. L'horreur de la famine et la tentation de tirer un profit immédiat d'une importante cargaison faillirent décider, en 1630, nos colons à quitter Saint-Christophe pour retourner sur les côtes normandes. Une circonstance heureuse fit avorter ce projet insensé que d'Esnambuc avait combattu sans succès. Le capitaine d'un navire zélandais qui commerçait dans les « eaux du Pérou » entendit l'appel de ces malheureux dénués de tout et consentit à troquer, contre leurs balles de tabac, des vivres, des vêtements et différents objets indispensables à l'existence d'une colonie. Chaque année, à l'époque de la récolte, le capitaine revint, et avec lui plusieurs de ses compatriotes qui transportèrent le tabac de Saint-Christophe en France et les émigrants de France à Saint-Christophe. Ainsi s'établit un double courant d'affaires, provoqué et entretenu par la Hollande, qui contribua de la sorte à l'extension de nos colonies des Antilles. Pourquoi faut-il que l'acte de 1626, constitutif de la Compagnie, ait accordé un privilège exclusif de commerce aux Français et que les associés, d'accord avec le gouvernement, en aient exigé l'application rigoureuse? En ce faisant, ils ont paralysé l'essor de nos possessions, affaibli l'activité de nos nationaux, compromis l'avenir de la Société et diminué notre influence.

Dès 1631, l'œuvre de d'Esnambuc s'était affermie. Il avait contraint les Anglais à respecter les conditions du partage; ses compagnons tiraient parti d'une culture mieux comprise et trouvaient, par le commerce, le moyen de se procurer ces mille objets d'un usage courant qu'ils avaient demandés sans cesse à la Compagnie sans jamais les obtenir.

Digitized by Google

Pendant que Saint-Christophe jouissait des bienfaits de la liberté, le roi, sollicité par les associés, interdisait, par sa déclaration du 25 novembre 1634, toute espèce de trafic des îles françaises avec les étrangers. Si cette prescription avait été suivie à la lettre, les Anglais n'auraient pas eu la peine de s'emparer de notre domaine colonial, nous l'aurions abandonné sans attendre que les compétiteurs se fussent partagé nos dépouilles.

D'Esnambuc n'eut pas seulement à lutter contre les attaques sauvages des Anglais et des Espagnols, contre l'indolence de la Compagnie, contre les erreurs économiques du gouvernement, contre les défaillances ou la jalousie de ses compagnons; il dut encore triompher d'un soulèvement fomenté par une certaine classe d'émigrants, connus sous le nom d'*engagés*.

Ces *engagés* étaient des serviteurs blancs, employés à la culture par les planteurs. Une coutume voulait que tout Européen, attiré aux îles par l'appât de la fortune et ne disposant pas de ressources suffisantes pour payer sa traversée et subvenir à ses besoins, fût obligé de servir pendant trois ans, à compter du jour du débarquement, la personne qui avait fait pour lui les frais du voyage.

L'engagement constituait une sorte de servitude temporaire, moins pénible en fait que celle des coolies, mais ayant cependant beaucoup d'analogie avec la condition de ces ouvriers chinois qui ont construit les grands chemins de fer transcontinentaux de l'Amérique du Nord.

La personne qui faisait passer l'engagé aux îles avait le droit d'en disposer à sa guise, voire même de le vendre pour la durée de son engagement. Pendant ce temps, il était soumis aux fantaisies du maître, travaillait pour lui sans pouvoir acquérir. La femme qui s'était engagée était assurée de ne manquer de rien, mais l'homme se trouvait parfois dans une condition misérable. En sortant du service, ces employés se présentaient au gouverneur et en obtenaient une concession gratuite, qui, pour devenir une propriété définitive, devait être ratifiée par le roi. La concession mesurait deux cents pas de large sur mille de long. Elle fut dans la suite réduite de moitié.

Les planteurs, privés de la main-d'œuvre quand les engagements prenaient fin, cherchèrent à maintenir l'état de servitude pendant une période de cinq années. L'irritation que causa cette mesure, adoptée d'abord par les Anglais, puis par les Français de Saint-Christophe, fut sur le point de provoquer, dans les établissements de l'île, un bouleversement général. D'Esnambuc, dont l'autorité était respectée par les colons des deux nationalités, rétablit les engagements de trois ans, conformément à l'usage, et décida qu'au bout de ce temps les engagés ne serviraient qu'en qualité d'ouvriers libres et moyennant un salaire à débattre entre les parties intéressées. Point n'était encore question d'encourager la traite

Digitized by Google

dans nos colonies d'Amérique. Le nombre des nègres n'augmenta, dans les Antilles françaises, qu'à dater de l'époque où les planteurs se décidèrent à renoncer au système des engagements pour acheter des esclaves.

***

L'ère de prospérité qui, sous l'influence du commerce hollandais, commençait à s'ouvrir aux îles, disposa Richelieu à entrer dans les vues de d'Esnambuc, qui demandait l'extension des pouvoirs de la Compagnie. Toutefois, ce dernier ne prit pas une part directe au règlement de la nouvelle convention. Cet avantage profita à l'un de ses lieutenants, le sieur de Lolive, qui avait fait visite à la Martinique et à la Guadeloupe à l'insu du chef, et s'était rendu en France pour s'aboucher avec les associés (1634). Dès son arrivée à Dieppe, il s'entendit avec le sieur Duplessis, qui préparait un petit armement pour les Antilles, puis il sollicita une audience du cardinal, dont il connaissait les bonnes dispositions.

Le 12 février 1635, Richelieu signa, au nom du roi, l'acte intitulé : *Amplification des pouvoirs de la Compagnie de Saint-Christophe*, qui fut confirmé par lettres patentes du 8 mars de la même année. Dans le préambule, il est constaté que les actionnaires s'étaient trop désintéressés du succès de l'entreprise. La Société prit le nom de *Compagnie des Isles d'Amérique;* elle eut la faculté d'étendre ses établissements dans les autres îles « situées depuis le 10e degré jusqu'au 20e degré en deçà de la ligne équinoxiale », qui n'étaient alors occupées par aucun prince chrétien, et dans celles où elle pourrait s'installer sans inconvénient à côté d'autres puissances européennes. Cette Compagnie, n'étant que la continuation de la première, resta établie sur les mêmes bases. Toutefois, son privilège, accordé pour vingt ans, data du 12 février 1635; en outre, le roi, tout en reconnaissant à la Société le droit de nommer aux emplois coloniaux, se réserva celui de désigner un *gouverneur général* dont l'autorité devait s'étendre sur toutes les îles.

D'Esnambuc n'eut jamais ce titre, bien que son commandement s'exerçât sur l'ensemble de nos possessions des Antilles. Il demeura, comme par le passé, *capitaine général* de Saint-Christophe. Cette appellation, qui servit à désigner, dès le principe, les commandants de chacune de nos îles, correspondait aux attributions les plus variées, les capitaineries constituant au profit de leur titulaire une sorte de vice-royauté.

Deux jours après la création de la *Compagnie des Isles d'Amérique*, Lolive et Duplessis convinrent avec elle qu'ils administreraient de concert, pendant dix ans et moyennant une redevance du dixième des produits, les îles qu'ils comptaient occuper.

Trois mois plus tard, les deux amis, munis d'une commission du gou-

Digitized by Google

vernement, partaient de Dieppe sur deux navires transportant 500 engagés, 4 missionnaires et plusieurs familles qui passèrent à leurs frais. Le 25 juin, ils arrivaient à la Martinique. Elle leur parut trop accidentée et remplie de serpents. Sans s'y arrêter davantage, ils firent voile vers la Guadeloupe, dont ils prirent possession, le 28 du même mois. Le hasard les conduisit à la pointe nord-ouest, l'une des parties les plus déshéritées de l'île. Six mois se passèrent à lutter contre un sol rebelle avec des moyens insuffisants. Les engagés se trouvaient réduits à la misère, et la mort de Duplessis, qui survint le 4 décembre 1635, priva la colonie du plus prévoyant de ses deux chefs. Au lieu de vivre en bonne intelligence avec les Caraïbes qui ne manifestèrent pas d'abord des intentions hostiles, Lolive les attaqua et en fit, le 26 janvier 1636, de véritables hécatombes. Ce jour-là, notre établissement perdit sa sécurité. Malgré de si fâcheux débuts, ce chef inconsidéré fut nommé capitaine général de la Guadeloupe, le 2 décembre 1637.

C'est à d'Esnambuc que revient l'honneur d'avoir donné la Martinique à la France. Craignant de se voir supplanté là comme à la Guadeloupe, il partit de Saint-Christophe, le 25 août 1635, à la tête de cent hommes éprouvés et bien pourvus. Six jours après, il atteignait son but. Il installa dans un lieu qu'il nomma Saint-Pierre un de ses lieutenants, Jean Dupont, entièrement digne de sa confiance.

Par celui-ci, un soulèvement des Caraïbes fut bientôt réprimé ; puis le calme revint et de bons rapports s'établirent entre les chefs indigènes et nos gens. Une alliance fut conclue.

Dupont s'embarqua pour porter à son chef l'heureuse nouvelle, mais une tempête le rejeta sur les côtes de Saint-Domingue, où les Espagnols le retinrent prisonnier. Un neveu de d'Esnambuc, Jacques Dyel du Parquet, succéda à l'infortuné lieutenant. Ce choix, particulièrement heureux, fut ratifié, par la Compagnie et par le roi, à la fin de 1637.

Entre temps, le capitaine général de Saint-Christophe s'était emparé de la Dominique (17 novembre 1635) (1).

En 1636, d'après les uns, en 1637 d'après les autres, mourut d'Esnambuc. C'est lui qui, à force d'énergie, de tact et de persévérance, a fondé nos colonies des Antilles. Par lui notre domaine, circonscrit d'abord aux îles de Saint-Christophe et de la Barbade, s'est accru de la Martinique, de Saba, de la Dominique.

Sans l'intervention prématurée de Lolive, il eût complété cet ensemble par l'annexion de la Guadeloupe et de ses dépendances.

Sous son administration, Saint-Christophe avait changé d'aspect.

(1) Cette île, qui gît à égale distance de la Guadeloupe et de la Martinique, appartient aujourd'hui à l'Angleterre.

Digitized by Google

A l'époque de sa mort, trois mille Français y colonisaient et de tous côtés rayonnait notre influence. De nombreuses familles transformaient en cultures un sol improductif jusqu'alors et, sur les instances du capitaine général, les planteurs avaient obtenu de la Compagnie, moyennant une redevance annuelle, la propriété des terres qu'ils exploitaient. Nos îles étaient divisées en paroisses, et défendues par des milices.

A Paris, les associés eux-mêmes daignaient s'occuper des Antilles françaises dont le développement inespéré flattait leur amour-propre et leur laissait entrevoir le jour où l'entreprise deviendrait une source de profits.

La suite des événements prouvera que cet espoir fut déçu. Pour l'instant il convient de s'arrêter quelque peu à l'organisation coloniale.

On sait que la Compagnie avait d'abord confié le gouvernement des îles à des capitaines généraux, jouissant d'un pouvoir à peu près absolu. Ils étaient nommés pour trois ans, non compris l'année courante, comme les titulaires de tous les autres emplois. A l'expiration de chaque exercice ils recevaient une nouvelle commission pour une période de même durée.

Après la mort de d'Esnambuc, les capitaines généraux obtinrent le titre de gouverneur. La Compagnie y ajouta celui de sénéchal avec pouvoir de présider à tous les jugements. Ces chefs civils et militaires, sous quelque nom qu'on les désigne, eurent pour émoluments, de 1625 à 1649, un droit de capitation de vingt-cinq livres de tabac à prélever sur chaque habitant. Pareil impôt était perçu pour l'entretien des forts.

Les gouverneurs bénéficiaient, pour un certain nombre de leurs domestiques, d'une dispense d'acquitter les droits seigneuriaux dus à la Compagnie. Les tendances que manifestèrent ces fonctionnaires d'inaugurer à leur profit le règne du bon plaisir démontrèrent bientôt l'utilité de ne plus réunir dans une même main les pouvoirs civils et l'autorité militaire. De là, la création aux îles d'intendances chargées de l'administration civile et de la surveillance de la justice. Ces attributions furent mal définies. Il en résulta une organisation confuse qui suscita des rivalités incessantes entre intendants et gouverneur, rivalités d'autant plus regrettables que ces personnages, choisis trop souvent parmi les propriétaires des îles, avaient chacun leurs partisans.

Au début de la colonisation des Antilles françaises, la direction de la police et de la justice appartenait au commandement, qui nommait aux emplois militaires comme aux fonctions judiciaires. Le chef prenait les juges parmi ses lieutenants. Ces magistrats improvisés rendaient la justice au civil et au criminel, avec l'assistance d'un « procureur fiscal » et d'un greffier, sans le concours des avocats. On en appelait de leurs jugements au Grand Conseil du roi à Paris.

La multiplication des affaires provoqua, le 1er août 1645, l'institution

Digitized by Google

d'une justice souveraine aux îles, sorte de conseil composé d'officiers de milice jugeant suivant leur conscience et en dernier ressort, sous la présidence du gouverneur.

Dans les paroisses, des notaires passaient les actes et recevaient les testaments.

On ignore à quelle date furent installées les sénéchaussées. Ces juridictions ordinaires s'attribuèrent la connaissance de toutes les affaires maritimes jusqu'à l'établissement des sièges d'amirautés (1717).

La police était alors confiée aux tribunaux. Elle n'en fut séparée qu'en 1763, quand furent installés les commissaires de la police publique, que remplacèrent, quatre ans plus tard, les capitaines de quartier.

Tous les habitants en état de porter les armes faisaient partie de la milice. Celle-ci était divisée en compagnies que commandaient des capitaines. Les officiers nommés par le gouverneur étaient brevetés par le roi. Recrutés ordinairement parmi les planteurs, ils eurent de fréquentes occasions d'éprouver leurs vertus guerrières. Souvent la croix de Saint-Louis vint récompenser leurs services et plusieurs d'entre eux reçurent, après de brillants faits d'armes, le titre de colonel. Tels furent, à la Martinique, La Touche, Collart, Survilliers, du Buq et Jorna.

Dans cet aperçu rapide des différents rouages du mécanisme colonial, tel qu'il fonctionnait au début de notre domination aux Antilles, nous avons été parfois entraînés à indiquer des modifications survenues après la dissolution de la *Compagnie des Isles d'Amérique*. Il nous faut maintenant reprendre la suite des événements au point où nous sommes restés, c'est-à-dire à la mort de d'Esnambuc.

***

Au fondateur de nos colonies des Antilles succéda un de ses lieutenants, du Halde, qui dut se retirer pour raison de santé, le 6 janvier 1638.

Lonvilliers de Poincy remplaça celui-ci. Il était chef d'escadre, commandeur de l'ordre de Malte, lieutenant général du roi pour les îles et capitaine général de la Compagnie pour Saint-Christophe.

Esprit intelligent, actif, mais dominateur, il rêvait une vice-royauté sur toute l'Amérique française. La Compagnie, sans tenir compte des services qu'il rendit et sans attendre une occasion favorable pour motiver son rappel, lui désigna brusquement un successeur et s'en fit un ennemi qui lui dicta ses conditions.

Soutenu par ses partisans, de Poincy mit la Société et le gouvernement, alors fort occupé par la Fronde, dans la nécessité de rappeler son concurrent, après une insurrection sanglante qu'un peu de diplomatie aurait pu épargner (1645-48).

Digitized by Google

La Guadeloupe vit sans regret Lolive se retirer dans ses terres de Saint-Christophe. Pendant trois ans, la colonie prospéra sous la sage administration d'Aubert. La pacification des Caraïbes, l'amélioration des cultures, le développement du commerce n'étaient certes pas de maigres résultats. Mais les associés, voyant dans le trafic des étrangers une concurrence capable d'entraver l'écoulement de leurs marchandises, qu'ils cotaient d'ailleurs à un prix élevé, envoyèrent un des leurs sur les lieux pour veiller de plus près au maintien du monopole.

Houël, seigneur du Petit-Pré, s'offrit pour remplir cette mission. Il partit pour les îles, reçut à la Guadeloupe une hospitalité magnifique, et récompensa Aubert de son accueil en le dépossédant, puis en dirigeant contre lui les plus odieuses et les plus injustes dénonciations. Pourvu, le 1er avril 1643, du gouvernement de l'île, Houël ne songea plus qu'à exercer une autorité sans contrôle.

La Martinique avait courageusement surmonté les obstacles qui arrêtaient la colonisation. Son gouverneur, Jacques du Parquet, avait su attirer à lui toutes les bonnes volontés, favoriser les défrichements et assurer la défense des côtes par une forte organisation des milices. A l'encontre de ses collègues des autres îles, il avait soutenu le général Patrocles de Thoisy désigné par la métropole pour remplacer Poincy, et cet acte loyal lui avait valu une année de prison à Saint-Christophe. Malgré tous ses mérites, il n'échappa pas à la tendance générale et refusa de partager le pouvoir avec les contrôleurs et les juges que lui envoya la Compagnie.

Quant à Levasseur, il dominait en potentat à la Tortue.

La licence de la plupart des chefs, des rivalités suivies de désordres, l'échec de Thoisy, le succès des révoltés avaient jeté sur la *Compagnie des Isles d'Amérique* un tel discrédit que les colons s'accoutumèrent à contester, puis à refuser l'acquittement des droits seigneuriaux que les associés prélevaient en se basant sur l'acte de 1635. Ainsi, par la faute de fonctionnaires plus soucieux de sauvegarder leur autorité que de maintenir le prestige de la Société, nos possessions, qui n'avaient fait que végéter avant l'époque de l'exploitation du sucre, ne profitèrent pas de cette précieuse découverte. Les actionnaires durent doubler, tripler même leurs mises de fonds pour construire des magasins, entretenir des officiers, couvrir les pertes de mer, multiplier aux îles des surveillants tels que intendants, commis principaux, sous-commis, receveurs, etc. Ne touchant d'autres revenus qu'une capitation de cent livres de tabac ou de cinquante livres de coton, dont le débit était rendu difficile par la quantité même des denrées importées, la Société dut s'obérer pour payer ses dettes et tourner ainsi dans un cercle vicieux. A ce mal, sans cesse aggravé, elle ne trouva qu'un remède : aliéner ses possessions des Antilles, dont elle avait moralement abandonné la direction depuis la mort de Richelieu (1642).

Digitized by Google

Houël, avisé de ce projet en sa qualité d'actionnaire de la Compagnie, dépêcha en toute hâte à Paris son beau-frère Boisseret, muni de deux procurations, l'une du 13 novembre 1648, l'autre du 14 mars 1649, lui donnant mission d'acheter, de moitié avec lui et pour quelque prix que ce fût, la Guadeloupe, la Désirade, les Saintes et Marie-Galante, dont il savait l'importance. L'acte de vente fut signé le 4 septembre 1649. C'est le premier contrat de ce genre qui ait été passé en France.

Malgré son zèle, Boisseret ne put obtenir de la Compagnie que le nom de Houël figurât au bas de la convention. Il traita donc en son nom personnel et comme acquéreur unique, mais il eut la complaisance de rétrocéder à son beau-frère la moitié de son marché. Sa générosité fut payée d'ingratitude et l'homme qui n'avait pas hésité à déposséder Aubert chercha par tous moyens à évincer son parent. Ce groupe d'îles fut vendu en bloc pour soixante-treize mille livres acquittées tant en argent qu'en sucre. Bâtiments, meubles, munitions, armes, bétail étaient compris dans cette aliénation, à charge pour Boisseret de payer le passif afférent à son lot.

L'année suivante, Jacques du Parquet, sur l'avis d'un directeur de la Compagnie, se rendit en France et y acheta pour 41.500 livres la Martinique, Sainte-Lucie, la Grenade et les Grenadins, sur lesquels il avait étendu son gouvernement. La vente fut conclue à Paris le 27 septembre 1650. Le 16 août 1651, le nouveau propriétaire obtint les lettres patentes ratifiant cet achat et confirmant son titre de lieutenant général du roi.

Le commandeur de Poincy traita le dernier. Son insurrection contre la métropole et sa lutte avec le général Patrocles de Thoisy avaient donné lieu à un procès qu'on instruisait à cette époque. Le marché se fit au nom de l'Ordre de Malte et ce fut le bailli de Souvré qui passa l'acte de cession avec la Compagnie. Il reçut, moyennant 120.000 livres, la partie française de Saint-Christophe et de Saint-Martin, les îles Saint-Barthélemy, Sainte-Croix et la Tortue (24 mai 1651). Poincy, nommé bailli par le grand maître de l'Ordre de Malte, fut confirmé dans sa charge de commandant général. Au mois de mai 1653, le roi reconnaissait la légitimité de cette vente sous la réserve de la souveraineté, qui consistait en l'hommage d'une couronne d'or de cent écus à chaque avènement au trône de France.

Ainsi se désagrégea la première Compagnie française des Antilles.

Bien que deux actes constitutifs aient été signés à neuf années d'intervalle, il n'avait été fondé qu'une seule Société, puisque le second acte avait eu pour but, non de supprimer, mais de confirmer et de fortifier le premier. Ne s'agissait-il pas, en effet, aux termes du contrat qui institua la *Compagnie des Isles d'Amérique*, le 12 février 1635, « de rétablir la *Compagnie de Saint-Christophe* et même de la porter à de plus grands desseins et entreprises pour le bien de l'Estat » ?

Digitized by Google

*
* *

Cette étude finit à la dissolution de la première Compagnie de colonisation créée par la France aux Antilles. Si nous poursuivions notre enquête, nous n'aurions pas de peine à démontrer que la seconde Compagnie formée par Colbert en 1664 ne réussit pas davantage et que, dans l'intervalle, les acquéreurs, devenus souverains absolus sous le nom de « seigneurs propriétaires » n'obtinrent pas de meilleurs résultats.

Faut-il conclure de ces échecs successifs que l'institution même soit défectueuse ou mauvaise ? — Nullement, puisque les Compagnies anglaises et néerlandaises ont fait la fortune de leurs actionnaires et contribué puissamment à répandre dans les contrées lointaines l'influence de la mère patrie. Si la *Compagnie de Saint-Christophe*, devenue *Compagnie des Isles d'Amérique*, a piteusement échoué, après vingt-cinq années d'existence, elle le doit à l'insouciance des associés, à l'imprévoyance des chefs, à des rivalités désastreuses et aussi à des erreurs économiques dont les conséquences ont été déplorables.

D'Esnambuc, délaissé par la métropole, combattu sourdement par de Lolive, abandonné par du Roissey, a, malgré des complications extérieures incessantes, accompli des prodiges ; mais ses transports d'émigrants exécutés à la hâte et sans les approvisionnements nécessaires lui firent éprouver des pertes cruelles. L'imprévoyance de ses lieutenants dépassa de beaucoup la sienne. A la Guadeloupe, la détresse des premiers *engagés* fut extrême. Et que dire des rivalités entre les chefs, de la révolte de Poincy, de la conduite de Houël, de la tyrannie exercée par la plupart des gouverneurs ?

Comme il fallait s'y attendre, les mécontents voulurent secouer le joug et ces soulèvements, qu'aggravait la confusion des pouvoirs, s'ajoutaient aux incursions des Caraïbes, aux pièges tendus par l'Angleterre, aux surprises des Espagnols, pour entraver le développement des cultures, l'essor de l'industrie sucrière et le mouvement des affaires. En prohibant tout commerce avec l'étranger, on mit les îles françaises dans la nécessité d'acheter les produits de la métropole à des prix exorbitants. Heureux encore quand ce trafic n'était pas interrompu, nos nationaux manquaient de vivres et de vêtements quand nos bateaux désertaient ces parages. Sans un navire zélandais, la colonie de Saint-Christophe, dénuée de tout, allait un jour succomber ; le commerce étranger sauva nos colons de la famine. Aussitôt, la barrière qu'il avait abaissée se redressa devant lui par ordre de la Compagnie, dont la défiance jalouse n'avait d'égal que son aveuglement.

Si sombre que soit ce tableau, nous y voyons une éclaircie. Jamais notre première Compagnie des Antilles n'eut à se préoccuper du recru-

Digitized by Google

tement des colons. Les émigrants, libres ou engagés, répondirent toujours à l'appel des gouvérneurs, en dépit des désastres qui auraient pu refroidir leur zèle. En prenant soin de leurs personnes et souci de leurs intérêts, on les eût convertis en de merveilleux colons. Ajoutons que chez eux le patriotisme, exalté par l'éloignement même du sol natal, opérait des miracles, chaque fois qu'il s'agissait de soutenir l'honneur du pavillon. Pendant les guerres qui marquèrent le règne de Louis XIV, les milices rivalisèrent d'audace et d'entrain avec les « troupes réglées », et, déjà sous Louis XIII, d'Esnambuc avait éprouvé la valeur de ses compagnons.

Ces qualités ne compensent pas les fautes et les erreurs dans lesquelles est tombée la *Compagnie des Isles d'Amérique*. Malgré les qualités militaires des chefs et des colons, nous avons échoué là où d'autres, tels que les Anglais et les Hollandais, ont réussi. Devons-nous en induire que le retour au régime des Compagnies coloniales produisait en France de mauvais résultats ? Telle n'est pas notre pensée. Nous croyons seulement qu'avant de rentrer dans cette voie, il serait utile d'examiner avec soin les différents essais du même genre tentés par nos ancêtres, ne serait-ce que pour éviter les écueils auxquels ils se sont presque toujours heurtés.

M. Émile BELLOC

Chargé de Missions, à Paris.

NOUVELLES EXPLORATIONS LACUSTRES DANS LES PYRÉNÉES-ORIENTALES, DANS LA HAUTE-GARONNE, DANS LES HAUTES-PYRÉNÉES ET SUR LE VERSANT ESPAGNOL.

— Séance du 13 août 1894 —

Le développement considérable que les sciences naturelles et la géographie ont acquis de nos jours est dû au zèle infatigable des hommes d'étude, des explorateurs, et à l'emploi de plus en plus répandu des méthodes pratiques d'investigation. L'abandon progressif des conceptions spéculatives au profit de l'observation directe est la cause primordiale des grands progrès de la science et de la géographie moderne. En ce qui concerne les montagnes, puisque c'est d'elles dont nous allons nous entretenir, ce nouveau système d'étude, perfectionné par ceux-là mêmes qui l'appliquent, est le seul capable de faire connaître les lois régissant la formation et l'altération de l'écorce terrestre.

Bien qu'il faille être doué d'aptitudes physiques particulières pour

Digitized by Google

explorer avec fruit un massif montagneux, il ne suffit pas de gravir les pentes à une allure vive, ou d'escalader les crêtes et les cimes à la façon des isards, il est indispensable, au contraire, d'étudier patiemment, avec le plus grand soin, les défilés, les gorges, les vallées, les cascades, les lacs, les torrents, en un mot les mille accidents du sol qui forment le terrain et constituent la montagne.

Afin de se mouvoir librement dans une sphère d'action en rapport avec la somme de connaissances que l'observateur peut mettre en œuvre, il est bon de restreindre le périmètre du champ d'exploration que l'on veut parcourir, c'est-à-dire de se spécialiser. Dans cet ordre d'idées, les études lacustres offrent un intérêt puissant. Les sujets divers auxquels elles touchent, les recherches multiples qu'elles exigent, les problèmes ardus qu'elles sont appelées à résoudre, peuvent largement satisfaire l'esprit d'observation du travailleur le plus actif.

Avant de faire la synthèse des faits observés et des documents recueillis, leur analyse aussi exacte, aussi minutieuse et aussi complète que possible s'impose tout d'abord. En attendant la publication prochaine du travail d'ensemble que je prépare sur les lacs du sud-ouest de la France et du nord de l'Espagne, particulièrement sur les lacs français et espagnols des Pyrénées, je vais présenter au Congrès le résultat de mes dernières recherches (1).

RÉGION DU CARLIT (Pyrénées-Orientales).

La région du Carlit (2), intéressante entre toutes, a comme point culminant le pic ou mieux le *Puig* (3) de Carlit, haut de 2.921 mètres. Ce sommet, que les montagnards de la vallée de Carol ou de Quérol (4) nomment *Puig Péric*, est aussi désigné sous le nom de *Cap de Shémanèges* (?) par ceux de la Cerdagne (5) espagnole. C'est aussi le point le plus élevé de la partie orientale de la chaîne pyrénéenne.

Par un temps clair, la vue est admirable du haut de cet observatoire.

Vers le nord, on découvre la région tourmentée de Camporeils, les

(1) Des circonstances indépendantes de ma volonté m'ayant empêché d'achever, cette année, les études depuis longtemps commencées, sur quelques points des régions qui vont être décrites, on doit considérer certains chiffres donnés dans le présent mémoire comme approximatifs, et par conséquent susceptibles d'être ultérieurement modifiés.

(2) Le mot *Carlit* doit se prononcer en appuyant fortement sur le *t* final, mais on a tort d'écrire *Carlitte*. Cette dernière orthographe ne correspond à aucune prononciation locale.

(3) Le mot *Puig* signifie sommet, pic. En Cerdagne, on prononce *Poutch, Poutch-Cerda* pour Puyg-Cerda (Puygcerda).

(4) A propos de « la vallée de Querol », M. B. Alart (*Notices historiques...*) dit que les personnes qui emploient le mot *Carol* à la place de *Querol*, se figurent que ce nom vient de *Carolus Magnus*, Charles le Grand, Charlemagne. C'est une erreur d'autant plus inexcusable que ce puissant empereur n'a jamais mis les pieds dans les Pyrénées-Orientales. — M. Pierre Vidal (*Guide historique et pittoresque des Pyrénées-Orientales*, 1879), croit que le mot *Querol* est d'origine celtique, *kar, quer* qui veut dire roche. Dans les anciens documents, la vallée de *Carol* n'est jamais autrement désignée, dit-il, que sous le nom de *Querol* et *Cheirol*.

(5) *Cerdanya*, en catalan.

Digitized by Google

Corbières et les plaines lointaines du bas Languedoc. — Du côté du nord-ouest, l'œil est charmé par la vue saisissante des principaux sommets de l'Ariège, de l'Andorre et des Pyrénées Centrales.— Au sud, ce sont le pic des Maurous, et le défilé d'Angoustrine (Angostrina). Au sud-est, le regard plonge sur la forêt des Esquits, la forteresse de Montlouis [la plus haute garnison de France] (altitude 1.600 mètres), le Puyg Mal (2.909 mètres) et la Sierra del Cadi. A l'est, le Canigou ou Canigo (2.785 mètres), la plaine du Roussillon et la Méditerranée bornent l'horizon. Au nord-est enfin, le *Pla de Bullosa* (la grande Bouillouse) étale ses eaux verdâtres, encombrées de plantes aquatiques, et, plus loin, le regard se heurte aux masses sombres du Malpas, au Roc des Isards, au pic de la Palme, etc.

Lacs environnant le Carlit. — Un grand nombre de lacs (plus de 50) sont essaimés sur le revers oriental du puissant massif de Carlit et du côté du *désert* granitique du même nom *(fig. 1)*.

Si l'on part de la forêt des Esquits pour remonter vers le pic de Carlit, en traversant le « désert de Carlit », on rencontre successivement (1) (entre 1.950 mètres et 2.000 mètres d'altitude) : l'*étang* (2) *Noir*, l'*étang de Pardeilles*, — avec son long et étroit promontoire rocheux, orienté O.-E., qui s'avance presque jusqu'au milieu du lac, — l'*étang Long*, l'*étang del Recou* et le *Pla de la Bullosa* « grande Bouillouse » (3), vaste pièce d'eau verdâtre et marécageuse, comme je l'ai déjà dit. Cet ancien lac, actuellement envahi par les végétations aquatiques, est long de 1.700 mètres et large de 850 mètres environ. Les eaux de la Tet le traversent dans toute sa longueur, sans se mélanger, pour ainsi dire, avec celles de l'étang.

Au pied du Roc d'Aude (2.377 mètres), du sommet duquel on domine le Capcir, à l'est de la grande Bouillouse, miroitent au soleil plusieurs nappes d'eau, entre autres celle du *lac d'Aude*, où la rivière de ce nom prend sa source.

Au nord, du côté de la Grave, on distingue les *étangs Bleus* — origine de la Tet — et *ceux* de la *Grave* et de *Prigue*.

Vers l'ouest, entre la grande Bouillouse et le Carlit, se trouve toute une constellation de nappes lacustres. Parmi les plus importantes et parmi celles que j'ai explorées, je nommerai seulement : l'*étang del Vivé*, l'*étang de la Commassa*, l'*étang de las Dougnes* qui a deux déversoirs (4), l'*étang*

(1) J'ai déjà parlé de mes recherches dans cette région, au Congrès de Pau (1892). Pour en donner une monographie complète, je dois attendre encore, afin que mes études soient un peu plus avancées.

(2) Dans cette région, le mot étang, *Estany* en catalan, est souvent synonyme du mot lac. Il n'indique nullement, comme le croient généralement les étrangers, un amas d'eau, plus ou moins stagnante, sans profondeur.

(3) Bouille, bouillouse, bouillat, bouillon, bouillonnière signifient « marais, marécage, tourbière, endroit boueux ou fangeux, etc. ».

(4) Émile Belloc, *Étude sur l'origine, la formation et le comblement des lacs dans les Pyrénées* (*Assoc. francaise*, Congrès de Pau, 1892.)

Digitized by Google

del Casteilla (30 mètres de profondeur), les *étangs de Soubirans* et ceux *de Trébens* (15 mètres de fond), qui envoient leurs eaux dans le sombre entonnoir au fond duquel se trouve l'*étang del Casteilla*. Enfin, pour borner ces citations, mentionnons encore l'*estany Llarch* (1) (altitude 2.150 mètres), dont la profondeur dépasse 15 mètres et la superficie environ 15 hectares.

C'est dans ce lac qu'a été signalé, pour la première fois dans les

Fig. 1. — Carte de la région du Carlit et du lac Lanouz, dressée d'après la carte d'état-major et les observations personnelles de l'auteur.

Pyrénées, l'*Isoëtes lacustris* et le *Subularia aquatica* (2), plantes considérées, alors, comme extrêmement rares dans nos montagnes (3).

Les eaux qui s'échappent des lacs ou étangs cités ci-dessus vont

(1) Il faut écrire « estany Llarch », qui veut dire *étang long* en catalan, et non pas « étang d'Estanllat », comme on le trouve écrit sur les cartes d'Etat-major, ou « lac d'Estellat », ce qui voudrait dire *étoilé*, d'après certains guides destinés aux voyageurs. Cette *tautologie*, moitié français, moitié patois, est incompréhensible, même pour les gens du pays qui prononcent invariablement *estany Lliarq*.

(2) Depuis, M. Motelay, MM. H. et Alex. Marcailhou d'Aymeric et moi-même, nous avons recueilli ces curieuses végétations aquatiques dans un grand nombre de lacs pyrénéens.

(3) Actuellement, on trouve au bord de l'*Estany Llarch* une excellente cabane où le fermier des lacs du Carlit, M. Aymar Bonaventure, fait son possible pour être agréable aux voyageurs.

Digitized by Google

rejoindre les rivières de la Tet, de l'Aude, ou le torrent d'Angoustrine qui se jette dans le *rio Segre*, affluent de l'Ebre.

Si nous franchissons le Carlit, nous trouvons encore — parmi les nombreux lacs que renferme sa partie occidentale et septentrionale — une des plus vastes pièces d'eau des Pyrénées.

LAC LANOUZ (1)

Le lac Lanouz. — Orienté N.-N.-E. — S.-S.-O., situé à 2.150 mètres d'altitude, entre le flanc méridional de la crête séparative des eaux, et le puissant massif de Carlit qui prolonge ses dentelures vers le nord jusqu'au pic de la Grave, le « Lanous », comme on l'appelle vulgairement dans le pays, mesure environ 2.500 mètres de longueur sur 600 mètres de large. Sa superficie avoisine 100 hectares.

Sa plus grande profondeur — d'après mes derniers sondages — atteindrait 54^{m},88 et sa profondeur moyenne 44^{m},46 environ.

Un point imaginaire placé au centre de cette nappe d'eau occuperait une position correspondant à 42° 35′ 21″, latitude N., et 0° 26′ 12″, long. O. de Paris.

La forme du lac Lanouz, quoique très irrégulière, est sensiblement sigmoïde. Le rapprochement brusque de ses deux rives, vers la partie médiane, provoque un rétrécissement paraissant d'autant plus accentué que ses extrémités opposées sont plus fortement élargies.

Les eaux de ce lac sont d'une couleur franchement bleue et nullement *noire*, comme l'ont écrit certains auteurs. Leur transparence est assez grande, mais, dans la crainte de commettre une erreur, par suite de l'extrême agitation de la surface liquide durant mon dernier voyage, j'attendrai que de nouvelles observations aient mis en ma possession un plus grand nombre de renseignements, pour faire connaître le résultat définitif de mes calculs.

Le lac Lanouz est alimenté au nord par le torrent qui s'échappe des *étangs de Lanouzet* (2); à l'est par celui qui vient des *étangs* placés à une assez grande hauteur au-dessus de sa rive gauche, et par les eaux pluviales qui ravinent les flancs de la grande montagne dont la base forme la rive droite du lac. Cette montagne, — dont la crête rocheuse et dénudée profile ses dentelures du N.-N.-E., au S.-S.-O.,

(1) Pourquoi écrit-on Lanoux avec un *x*, lorsque tout le monde prononce Lanouz, — en accentuant sensiblement la lettre *z* finale, — et que ce nom est écrit *Lanoz* dans les anciens textes, de même que dans le *Guide des Pyrénées-Orientales* de Pierre Vidal, dont l'autorité est incontestable en la matière?

(2) Cette orthographe, généralement adoptée, montre bien, ce me semble, qu'il ne faut pas d'*x* à Lanouz, puisque le nom de *Lanouzet* n'est autre chose qu'un diminutif du mot « Lanouz ». Dans tous les cas, pour être logiques, les auteurs devraient écrire Lanouzet. En raison de ce qui précède, je persiste donc à croire que ma manière d'écrire *Lanouz* est préférable.

Digitized by Google

— s'étend depuis le pic des Besineilles (2.503 mètres) et les deux cimes qui portent le nom de Pédrous (2.831 mètres et 2.828 mètres d'après l'État-major), jusqu'au signal de la Coume-d'Or (2.826 mètres), voisin du col des Bésines et du lac du même nom.

Un seuil sous-lacustre divise le Lanouz en deux cuvettes d'inégale grandeur et d'inégale profondeur. Cette ligne de partage, dont la sonde m'a révélé l'existence, est voisine d'un îlot rocheux, — en été couvert de fleurs aux couleurs éclatantes, — qu'on aperçoit au-dessus des eaux, à quelque distance de la rive gauche.

Ce petit îlot, que nul pied humain n'avait jamais foulé sans doute, est appelé « île de l'Encantada ». Grâce à mon bateau transportable, j'ai pu l'aborder et y recueillir : *Epilobium spicatum*, Lam. ; *Achillea pyrenaica*, Sibth. ; *Sparganium minimum*, Fro. ; *Solidago axillaris*, Timb. ; *Gentiana Burseri*, Lap. etc.

A la partie méridionale du Lanouz se trouve le seuil schisteux qui retient ses eaux prisonnières. C'est au point de jonction de ce seuil, formant barrage, avec l'extrémité sud de la rive gauche, qu'est situé le déversoir. L'eau s'écoule lentement par une échancrure naturelle, à travers un éboulis presque horizontal. A une faible distance du grand lac, l'émissaire s'étale mollement dans une dépression peu profonde qui forme le *petit lac Lanouz*.

Le petit lac Lanouz. — Anciennement, lorsque les apports rocheux du ravin des Fourats n'encombraient pas encore de leurs volumineuses déjections la petite cuvette et le déversoir du grand lac, les deux bassins ne formaient qu'une seule et même nappe d'eau. Actuellement la cuvette secondaire, comblée par les alluvions, devient de plus en plus marécageuse et tend à disparaître.

Flore et faune. — La flore lacustre de ces deux bassins est fort curieuse et très intéressante à étudier. Les Diatomées y sont très abondantes et les Desmidiées, de même que les Nitellées *(Nitella opaca)*, croissent en grand nombre dans ces eaux, surtout dans celles du petit lac (1).

Les *Isoëtes* et le *Ranunculus aquatilis* L. ; var. : *quinquelobus* Koch, forment sur le fond vaseux des masses compactes, en compagnie d'une crucifère, *Subularia aquatica* de Linné, répandue en Norvège, mais considérée comme fort rare dans les Pyrénées, jusqu'à ces derniers temps.

En passant, je mentionnerai une heureuse trouvaille, celle d'un *Spon-*

(1) En suivant les indications de MM. H. et Alex. Marcailhou d'Aymeric, qui connaissent admirablement le pays pour l'avoir plusieurs fois exploré au point de vue botanique, notamment avec M. L. Motelay, j'y ai fait une ample moisson d'*Isoëtes lacustris* et d'*Isoëtes Brochoni* Motelay. Ces deux espèces, peu communes, étaient à moitié enfouies sous la vase, et j'ai dû pénétrer dans l'eau jusqu'à mi-corps pour en arracher quelques échantillons.

Digitized by Google

gilla lacustris. *C'est la première fois*, du moins à ma connaissance, que la présence des *éponges* est signalée dans les *lacs de la haute région pyrénéenne*.

Les eaux du grand lac nourrissent de belles truites. Elles sont assez abondantes et excellentes au goût; mais à partir du milieu du mois d'août on n'en prend presque plus au filet (1), disent les gens du pays.

Les Daphnies, et un grand nombre d'autres animalcules microscopiques vivants (2), assurent à la truite une nourriture substantielle dont elle est très friande. Ceci explique l'état prospère dans lequel on trouve ce poisson au commencement de l'été, bien qu'il demeure emprisonné par la glace dans les profondeurs du grand lac, durant sept à huit mois de l'année. Les Limnées y sont également communes.

En quittant la région lacustre du Lanouz, les eaux torrentueuses qui s'en échappent franchissent des escarpements formant de magnifiques cascades; le ruisseau de Font-Vive les conduit au village de Porté (1.610 mètres), où elles rejoignent la vallée de Quérol ou de Carol.

A une heure de marche environ, en amont de Porté (3), — un des villages les plus élevés des Pyrénées, — on trouve au fond d'un cirque un petit étang très curieux dont les truites sont justement renommées. Il est désigné sur la carte de l'État-major et dans les Guides sous la dénomination d'*étang de Font-Vive*. Mais comme il est parfaitement inconnu sous ce nom, dans toute la contrée, on fera sagement de l'appeler *Étang de la Devèze* ou *de la Débèze* (4), comme le font les gens du pays.

L'ÉTANG DE LA DEVÈZE. — On trouve cet étang par 42° 33′ 32″, lat. N., et 0° 27′ 4″, long. O. de Paris. Son altitude est voisine de 1.800 mètres. Sa profondeur excède à peine 4 mètres et sa superficie 7 hectares. Sa forme est triangulaire, et son plus grand côté, constitué par la rive droite, est orienté N.-E.-S.-O.

Les eaux de cet étang sont verdâtres; leur température est généralement assez élevée en été. Le 14 août, à 6 h. 30 m. du matin, la tempé-

(1) Les pêcheurs prétendent qu'elles *s'enfoncent* pour frayer. Je crois plutôt qu'elles gagnent les bas-fonds pour trouver des couches d'eau plus froides que celles avoisinant la surface. C'est une étude à faire, je me propose de l'entreprendre prochainement.

(2) Mes récoltes pélagiques, actuellement entre les mains de MM. Jules DE GUERNE et Jules RICHARD, qui veulent bien les examiner, ont fourni les espèces suivantes :

Polyarthra platyptera, Ehr.; *Daphnia longispina*, var.; *Cyclops sternuus*, var.; *Hydra* (c'est la première fois que cette espèce rare est mentionnée dans les Pyrénées); *Peridinium* (assez rare); *Notholcca longispina*, Kell; *Anurocea*, sp.; *Heterocope*, sp. (genre connu seulement pour la faune française dans le lac de Saint-Point (Jura), etc.

(3) Le village de Porté (1.623 mètres), de même que celui de Porta (1.509 mètres), son voisin, ne sont pas dans l'Ariège, comme on l'a imprimé par erreur dans un autre ouvrage. Ils font partie tous les deux du canton de Sallagouse ou Sallagosa, arrondissement de Prades (Pyrénées-Orientales).

(4) Une Davèze — prononcez *Debèze* — signifie (dans cette contrée) un lieu abrité des vents froids et exposé au soleil, où la neige fond de bonne heure. C'est le premier endroit découvert, au printemps, où l'on peut mener paître les moutons. Dans les Hautes-Pyrénées, le mot *devèse, devèze* veut dire un espace de terrain réservé.

Digitized by Google

rature de l'air étant de + 14°3, celle de l'eau — prise à la surface et à peu de distance de la rive méridionale — était de + 16°, par conséquent supérieure de 1°7 à celle de l'air. Ceci n'est pas un fait isolé, j'ai observé ce même phénomène dans plusieurs lacs de montagnes (1).

Le fond du lac est vaseux et encombré de plantes aquatiques au milieu desquelles le poisson trouve un refuge assuré et une abondante nourriture.

Flore et faune. — A part les Diatomées et les Desmidiées qui pullulent, les *Isoëtes* et la plus grande partie des plantes énumérées ci-dessus croissent en abondance dans ces eaux.

En dehors des truites (2), justement renommées dans toute la contrée, et des animalcules microscopiques, qui constituent la faune pélagique, il faut citer les sangsues (*Hemopis sanguisuga* Bergman), que M. le professeur Raphaël Blanchard a bien voulu examiner, les Dytiscides, les rats d'eau, etc.

Ce lac m'a fourni de petits crustacés (amphipode), non encore signalés dans les eaux lacustres pyrénéennes *(Gammarus)*; j'en ai également recueilli à Barbazan (Haute-Garonne).

Il est bon de mentionner encore une grande grenouille, de couleur gris jaunâtre, violacée, à rayures transversales sur les pattes. Dans un coin du lac une multitude de têtards, en compagnie de deux sangsues, s'acharnaient à dévorer la dépouille loqueteuse et blanchie d'un crapaud de forte taille (3).

Enfin, pour terminer ce rapide aperçu, sur lequel je reviendrai plus en détail dans une autre étude, je dois mentionner également, dans ces eaux, une éponge du genre *Spongilla lacustris* que j'y ai recueillie (4).

Si de l'étang de la Devèze nous remontons vers le torrent du Lanouz jusqu'au lac de ce nom, une rapide ascension, à l'est du déversoir, nous mettra bientôt en présence des petits *étangs des Fourats*, dont la longueur n'excède pas 200 mètres.

En poursuivant notre route au nord du Lanouz, nous arrivons bientôt aux *étangs de Lanouzet*, qu'il faut contourner pour atteindre la haute région renfermant les *étangs Fausy*, d'*Én-Beich*, des *Périssés*, etc. Plus

(1) Voir : Émile Belloc, *Des Variations de la température dans les lacs de montagnes*. (*Assoc. française*, Congrès de Caen, 1894, vol. I, p. 145.)

(2) MM. H. et A. Marcailhou d'Aymeric se livrent à des recherches suivies sur l'existence simultanée des *Isoëtes* et des poissons dans les lacs de la haute Ariège et des Pyrénées-Orientales. Jusqu'ici ce sont les seuls naturalistes qui aient fait de semblables observations.

(3) Dans toute cette région, les crapauds atteignent une taille énorme. Leur nombre est tellement considérable, à une certaine époque de l'année, qu'il est impossible de parcourir le pays sans être exposé à écraser quelques-uns de ces animaux à l'aspect répugnant.

(4) C'est la première fois que la présence des spongilles est signalée dans ce lac.

Digitized by Google

loin, en descendant du côté de la forge d'Orlu (1), on arrive, après quelques heures de marche pénible, au grand *lac de Naguilles* (2), dont la superficie égale 47 hectares et la profondeur 78 mètres environ.

***

QUELQUES LACS DE LA HAUTE-GARONNE ET DU TERRITOIRE ESPAGNOL QUI TOUCHE A CE DÉPARTEMENT (3)

Les lacs de Barbazan et de Saint-Pé-d'Ardét. — Le lac de Barbazan, jusqu'ici réputé insondable, — comme tous les lacs du reste qui n'ont pas encore été sondés, — mesure 8 mètres de profondeur dans sa partie la plus creuse. De forme circulaire, évasée en entonnoir à fond plat, cette petite cuvette est entourée d'une ceinture de plantes aquatiques et marécageuses qui rend son approche difficile. Ce sont des *Nymphea alba*, des *Scirpus*, des *Myriophyllum*, des *Potamogeton*, etc. Nous retrouvons ici les zones végétales distinctes, si bien définies par M. le Dr A. Magnin dans ses remarquables *Recherches sur la végétation des lacs du Jura* (4).

Comme au lac de Saint-Pé-d'Ardét, les rhizomes des Nymphea, rampant un peu au-dessous de la surface du sol et se prolongeant en encorbellement au-dessus du lac, se recouvrent d'une couche de limon et de terre vaseuse dont la végétation s'empare progressivement. Par gros temps, le vent, et les vagues qu'il soulève, détachant des portions plus ou moins grandes de ce sol marécageux et, pour ainsi dire, mobile, les entraîne vers le large. Ce sont ces *fameuses îles flottantes* dont on parle tant dans le pays, et auxquelles quelques esprits naïfs attribuent une origine surnaturelle. Leur course vagabonde finit lorsqu'une baie protectrice, ou un promontoire couvert de végétation, leur permet de s'accrocher à la rive, dont ils modifient alors les contours.

(1) Pendant que le présent mémoire était en cours d'impression, une épouvantable catastrophe a eu lieu au village d'Orlu. Au commencement du mois de janvier 1895, une tempête de neige, qui dura huit jours et huit nuits, occasionna des accidents terribles dans toutes les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège. Une énorme avalanche s'étant détachée du *Coumel Beillut* qui fait partie de la montagne de la Côte, et domine Orlu d'environ 600 mètres, cinq granges et trois maisons furent écrasées, ensevelissant sous leurs ruines une grande quantité d'êtres humains et d'animaux. Dix-huit personnes périrent. Il y a quelque temps, en traversant Orlu, voyant avec quelle inconscience on déboisait ces pentes escarpées, je prédis aux habitants les malheureux événements qui viennent de se produire; les montagnards se mirent à sourire, me disant qu'avant tout « il leur fallait des pâturages? »

(2) L'*étang de Naguilles*, comme on l'appelle dans le pays, renferme des plantes intéressantes, entre autres l'*Isoëtes Brochoni*, que M. L. Motelay et MM. H. et Alex. Marcailhou d'Aymeric y découvrirent pendant l'été de 1891, le *Subularia aquatica* L., le *Myriophyllum alterniflorum* D. C., le *Callitriche minima* Hoppe, le *Ranunculus aquatilis* L. var. *quinquelobus* Koch, le *Sparganium minimum* Fries, le *Potamogeton tenuissimus* M. et K., etc.

(3) Mes études, entreprises depuis longtemps dans cette région lacustre, n'ayant pu être terminées cette année, à cause du mauvais temps, je suis forcé d'attendre encore pour en publier les résultats définitifs.

(4) Voir également du Dr Ant. Magnin, une étude d'ensemble sur les *Lacs du Jura* (Paris, J.-B. Baillière, édit., 1895).

Digitized by Google

Flore et faune. — « Il est, à vrai dire, fort difficile de préciser ce qu'on entend par flore lacustre. Comme le fait très justement remarquer M. le Dr A. Magnin, il n'existe pas, en effet, de plantes lacustres à proprement parler, c'est-à-dire ne vivant que dans les lacs... » D'après le beau travail de M. le professeur C. Bruyant, auquel j'emprunte la citation précédente, les plantes lacustres proprement dites n'existent pas, en effet, puisque celles qui vivent dans les lacs « se retrouvent dans les cours d'eau, les marais, les tourbières » (1). Cependant, disons avec ce distingué naturaliste, qui connaît admirablement les lacs d'Auvergne, qu'on trouve *un certain nombre de végétaux* dont on peut, *sans être trop inexact, considérer l'habitat comme lacustre.*

Les *Nymphæa alba* L., qui croissent en abondance dans les lacs de Barbazan et de Saint-Pé-d'Ardét, de même que les *Carex*, les *Scirpus*, les *Potamogeton*, les *Myriophyllum*, sont de ce nombre. A part les Characées et les Nitellées, représentées par plusieurs espèces, il faut citer les Diatomées, les Desmidiées, les Spirogyrées, etc., qui recouvrent d'une épaisse couche de végétation vivante les bords vaseux, et les plantes submergées, de ces deux lacs.

Enfin, les Entomostracés pullulent dans ces eaux dont la température est variable, mais presque toujours élevée par rapport à l'air ambiant. Les *Gammarus*, sur lesquels M. E. Chevreux a fait de si belles recherches (2), sont aussi abondants, bien qu'aucun naturaliste ne les ait encore signalés dans les lacs des Pyrénées. Les spécimens que j'ai recueillis semblent se plaire à Barbazan. Ce dernier lac ne nourrit pas de poissons? Cependant les anguilles de forte taille habitent son fond vaseux, tandis que celui de Saint-Pé, placé à peu près dans les mêmes conditions, est peuplé de tanches dorées de qualité excellente. Le lac de Saint-Pé, qui était, disait-on, tout aussi *insondable* que son voisin de Barbazan, ne dépasse pas 6m,75 de profondeur. Lorsque j'annonçai un creux aussi minime aux habitants du pays, ils me répondirent, non sans une certaine pointe de malice : « Il est impossible que votre poids de sonde ait atteint le fond, le lit de vase étant, *au moins, vingt fois* plus épais que la couche d'eau. » N'oublions pas qu'à quelques kilomètres de là, les eaux du lac se jettent dans la Garonne.

(1) C. Bruyant, *Bibliographie raisonnée de la faune et de la flore limnologique de l'Auvergne.* (Paris, 1894, p. 14.) L'intérêt de cette étude est d'autant plus grand, que la faune ichtyologique des lacs d'Auvergne est appelée à subir des modifications profondes, dans un avenir plus ou moins éloigné, par suite du développement des ressources naturelles, et de la culture rationnelle des eaux. — Consulter à ce sujet : *Les Lacs d'Auvergne* (Paris, 1890), par M. A. Berthoule, et les travaux de M. le Dr Girod.

(2) Voir les nombreuses et remarquables études publiées sur les *Amphipodes*, par M. Ed. Chevreux, notamment dans les *Mémoires et Bulletins de la Société zoologique de France.*

Digitized by Google

LACS DU REVERS ESPAGNOL DE LA CRÊTE FRONTIÈRE. — Aux confins immédiats du département de la Haute-Garonne, sur le versant espagnol, à l'extrême limite du Haut-Aragon et de la Haute-Catalogne, les lacs sont nombreux, mais généralement de faible étendue. Je vais énumérer rapidement ceux que j'ai visités cette année.

En partant de Luchon par le val de Burbe et en suivant la crête frontière, depuis le sommet de Couradilles ou Plan de la Serre (1.985 mètres), jusqu'au Port de la Picade (2.505 mètres), on trouve plusieurs étangs sur le revers espagnol (vallée d'Aran), notamment ceux qui sont en contre-bas du col de Barège et du col de Vilamos (Bilamos). Les *deux étangs* du col de *Vilamos* — ne pas confondre avec le *lac de Vilamos* situé au nord du village de ce nom, au pied des pentes méridionales du pic de Montlude (vallée d'Aran), — sont peu profonds et leurs eaux donnent naissance à une abondante végétation aquatique. Plus loin, au bas du pic de l'Entécade (2.271 mètres), l'*étang des Garces* et l'*étang du Courét*, ce dernier aux eaux jaunâtres et bourbeuses, renferment, comme les précédents, des masses énormes de Diatomées, de Potamogetons *(Potamogeton natans)*, etc.; le *Callitriche minima* Hoppe s'y trouve également en assez grande abondance.

Entre le Pas de l'Escalette et la Picade, on peut voir aussi quelques dépressions sans importance. Après avoir franchi le Port de la Picade (2.505 mètres), en pénétrant sur le territoire de la province d'Aragon, et en tournant directement au sud, j'ai visité de nouveau les curieux *étangs de Villamuerta*, non loin de l'abîme où les eaux du pic d'Aneto (3.404 mètres) et du glacier de la Maladeta *(Montes Malditos)* viennent s'engouffrer, pour reparaître, après un trajet souterrain d'environ 5.000 mètres, au Goueil d'ét Jouèou, un des affluents supérieurs de la Garonne. Cet abîme, qui ressemble sous plusieurs rapports aux évens étudiés, et décrits d'une façon si pittoresque, par notre ami M. A. Martel (1), est connu sous le nom de *Trou du Toro* (2). Les deux lacs de *Villamuerta* sont de véritables gouffres, et, malgré l'exiguïté relative de leur surface, ils méritent d'être explorés avec le plus grand soin (3).

(1) A. MARTEL, *les Abîmes*, Paris, Delagrave, 1894.

(2) Avec la déplorable tendance que l'on a de franciser, germaniser, angliciser, etc., les noms de lieu et les noms de ville, au lieu de se conformer à l'orthographe nationale, ou à celle qui se rapproche le plus de la prononciation adoptée par les habitants du pays, on arrive à dénaturer ces noms d'une telle manière, qu'il devient impossible d'obtenir aucun renseignement utile, et parfois même de se faire comprendre, dans les contrées que l'on visite. *Trou du Toro* que l'on voit figurer ainsi sur les cartes et dans les livres, représente un mélange ridicule, composé du mot français *Trou* et de l'article *du*, associés au mot espagnol *Toro*. Cet exemple peut être cité entre mille, pris au hasard dans les Guides français comme dans les publications étrangères. Si l'on tient absolument à traduire, qu'on le fasse franchement en écrivant *Trou du Taureau*; ou bien qu'on écrive, comme cela se prononce en patois, *Traou d'e Toro*. En idiome aragonais, ce gouffre se nomme « *Bujero de Plan Aygallud* ».

(3) Je comptais terminer cette année l'exploration de ces deux lacs, malheureusement me trouvant seul, et ayant été assailli par une violente bourrasque de neige et de grêle, force me fut de battre en retraite, d'abord vers le port de Vénasque, chez Francisco Cabellud, puis à l'hospice de France, chez Barthélemy Courrège, où j'attendis pendant deux jours le beau temps qui ne vint pas.

Digitized by Google

Les dépressions lacustres du *Plan des Etangs* m'ont aussi fourni leur contingent de plantes intéressantes. Les *Euproctus asper* (ou *pyrenæus*) vivent en grand nombre dans ces eaux limpides.

Lacs du revers français de la crête frontière. — Les lacs français du port de Vénasque (1) ont encore donné, cette année, des documents nouveaux.

Le plus élevé, en même temps que le plus grand — *Ét Boum* (2) *d'ét cap d'ét Port* — est situé à 2.260 mètres d'altitude environ. Bien que l'on soit prévenu, et que l'on sache d'avance combien sont faciles les erreurs d'appréciation lorsqu'on veut évaluer la hauteur, la distance ou la superficie au milieu des montagnes, on ne croirait pas — en voyant ce *Boum* du haut du sentier du port de Vénasque, — que cette petite nappe d'eau mesure 424 mètres de longueur sur 308 mètres de large *(fig. 2 et 3)*.

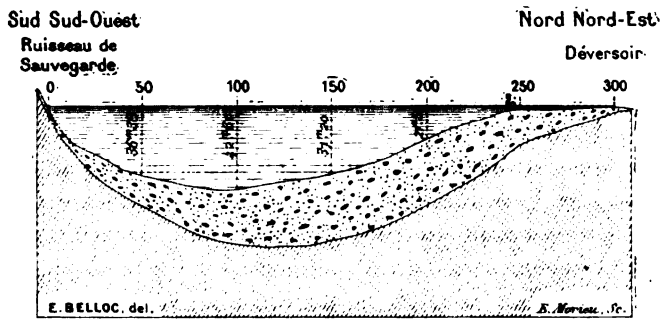


Fig. 2. — *Boum d'ét cap d'ét Port* (Haute-Garonne). — Profil transversal, d'après les sondages exécutés par M. Émile Belloc, en 1894.

Le redressement des pentes, la hauteur des cimes qui l'entourent, et le *manque d'échelle*, ou pour mieux dire l'absence de points de comparaison avec lesquels nos yeux sont familiarisés, occasionnent de telles illusions d'optique, que, vu d'en haut, ce *Boum* paraît grand comme un bassin de jardin public, alors que sa superficie mesure environ 12 hectares.

Sa plus grande longueur est sensiblement orientée N.-O. — S.-E. *(fig. 3)*, c'est-à-dire qu'elle est un peu oblique par rapport à la direction générale de la vallée, qui profile son thalweg selon une direction S.-S.-O. — N.-N.-E. La profondeur de ce réservoir atteint le chiffre respectable de 46m,54. Il déverse ses eaux au N.-N.-E., dans une dépression placée

(1) Voir, dans le deuxième volume du Congrès de Besançon, 1893, mes *Nouvelles recherches lacustres faites au port de Vénasque, dans le Haut-Aragon* et *dans la Haute-Catalogne* (Pyrénées Centrales).

(2) *Boum* veut dire « lac ». On ne doit donc pas écrire « le lac de Boum » ou le « pic de Boum » mais simplement le *Boum* et le *pic* du *Boum*.

Digitized by Google

presque au même niveau, mais aux trois quarts comblée par les avalanches. Le troisième de ces quatre lacs en série, qui se déversent l'un dans l'autre, est placé un peu plus bas, et le quatrième enfin, plus grand et beaucoup plus profond que les deux cuvettes intermédiaires, est à 12 mètres environ en contre-bas de l'avant-dernier.

Toute cette région conserve des traces glaciaires d'une netteté parfaite. Les plus curieuses avoisinent le *Boum d'ét cap d'ét Port*. Leur direction

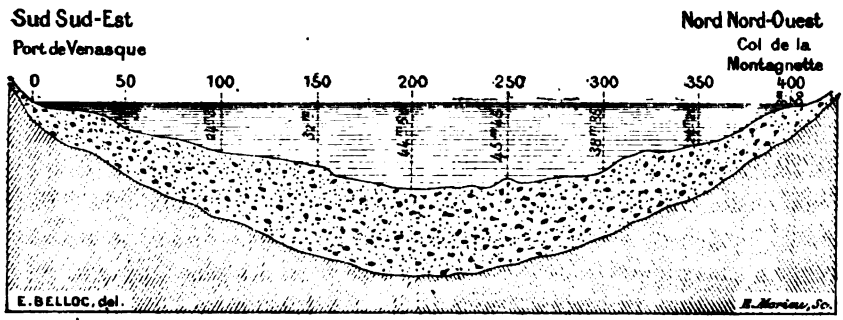


FIG. 3. — *Boum d'ét cap d'ét Port* (Haute-Garonne). — Profil longitudinal, d'après les sondages exécutés par M. Émile BELLOC, en 1894.

oblique par rapport à l'axe de la vallée, par conséquent selon une orientation O.-S.-O. — E.-N.-E., mérite d'attirer l'attention. D'après ceci, le courant glaciaire qui a produit ces striations aurait l'air d'être venu du col de la Montagnette, plutôt que du côté du port de Vénasque.

Cette remarque a sa valeur, c'est pourquoi je mentionne ce fait en passant.

Actuellement, les quatre *Boums* du Port de Vénasque ne nourrissent pas de poisson. A part les Diatomées, les algues et les végétations aquatiques sont rares dans ces eaux.

Parmi les animaux, j'y ai trouvé l'*Euproctus asper*, qui vit dans un grand nombre de lacs élevés des Pyrénées, — dont la présence n'avait pas encore été signalée dans cette région, — et d'un Copépode nommé *Diaptomus laciniatus* Lillj.

D'autres nappes d'eau, telles que les *Lacs de la Pique*, le lac de la *Montagette*, *les Gourgouttes*, etc., existent dans cette région, mais les limites assignées au présent mémoire m'obligent de remettre leur description, qui fera l'objet d'une autre notice (1).

(1) Le mauvais temps qui m'avait surpris au *Traou de Toro* persistant plusieurs jours de suite, je me vis forcé de redescendre à Luchon avec tout mon bagage. Barthélemy Courrège, le guide intrépide et bien connu de tous les grands ascensionnistes, fermier actuel de l'Hospice de France, m'ayant assuré le beau temps pour le lendemain, nous remontâmes de nouveau deux jours après. Mes opérations l'ayant intéressé d'une manière particulière, il voulut absolument m'accompagner lui-même, ce dont je lui fus très reconnaissant, car, connaissant admirablement la contrée, il m'a été très utile.

Digitized by Google

QUELQUES LACS DES ENVIRONS DE CAUTERETS
(HAUTES-PYRÉNÉES).

Les environs de Cauterets m'ont également fourni leur contingent d'observations utiles. C'est ainsi qu'au *lac Bleu* (Cambasque), — fort improprement appelé *lac d'Ittéou* par tous les auteurs, puisqué *Illéou*, *Lhéou*, sont les synonymes du mot *lac*, traduction du nom latin *lacus* et du mot anglais *Lake*, ou de la forme écossaise *Loch*, — j'ai pu voir, ainsi qu'au *lac de Gaube*, l'*Euproctus asper*, ce qui fournit deux nouveaux habitats, pour ce curieux animal, dans la région de Cauterets.

L'*Illéou de Cambasque* ou *lac Bleu de Cambasque*, est une belle nappe d'eau bleue, comme son nom l'indique, d'une limpidité admirable. De forme allongée et très irrégulière, surtout sur la rive droite, ce bassin occupe le fond d'un cirque ruiné dont l'aspect est des plus sauvages. Sa superficie mesure 12 hectares environ. Il est à 1.986 mètres d'altitude, et ne nourrit pas de poissons. Ses eaux se déversent au N.-N.-E., où elles rejoignent — à peu de distance du seuil rocheux et gazonné qui forme son barrage — une petite dépression connue sous le nom de *lac Noir*.

En franchissant la crête déchiquetée de la montagne d'Herrats, on atteindrait, non sans peine (j'y suis passé une fois, cela me suffit), le pic de Castètabarque, les *lacs de l'Énbarrat* (2.187 mètres) et le *lac de Pourtet*. Mais mieux vaut monter à travers les éboulis fatigants du S.-E., pour passer dans la vallée de *Marcadaou*, par le col de la Haougade et les pâturages de Cayan. De là, en trente-cinq minutes, après avoir traversé le Pont d'Espagne, on peut arriver au lac de Gaube en suivant le chemin muletier. On pourrait aussi, en rejoignant le pont du plateau de Cayan, passer sur la rive droite du gave de *Marcadaou*, franchir l'*éscala dé la Pourtère* (1.680 mètres), suivre, pendant quelque temps, le ravin extrêmement sauvage de *Poueytrémous* (1), gagner le col de ce nom vers le sud, et le *lac Glacé*; contourner ensuite le *lac de Chabarrou* (2.282 mètres), descendre aux Oulettes de Vignemale et finalement au *lac de Gaube*.

LAC DE GAUBE

LAC DE GAUBE. — Ce lac, le plus connu peut-être et, dans tous les cas, un des plus fréquentés des Pyrénées, est à 1.789 mètres d'alti-

(1) *Poueytrémous* est formé du mot *Pouey* « pic » et de *trémous*, *éstrémous*, *éstrémaous*, qui indique un lieu désert, ou inculte, servant au pacage.

Digitized by Google

tude (1). On rencontre sa partie centrale par 42° 49′ 57″, lat. N., et 2° 28′ 37″, long. O. de Paris. La plus grande longueur de ce réservoir — dont la forme est oblongue et très allongée, — mesure 740 mètres. Sa superficie est d'environ 20 hectares *(fig. 4)*.

La largeur et la profondeur de ce bassin ont beaucoup diminué, depuis quelques années. Mes sondages de 1884 accusent des différences notables

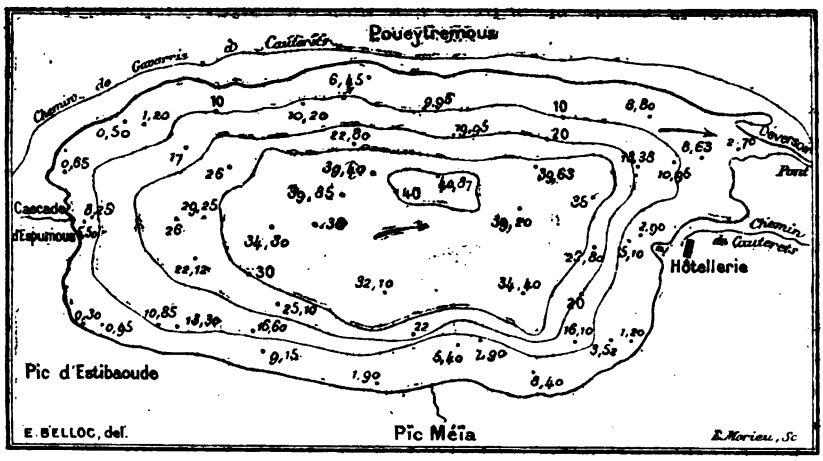


FIG. 4. — Carte bathymétrique du *Lac de Gaube* (Hautes-Pyrénées) (esquisse provisoire), dressée par M. Émile BELLOC, d'après ses sondages (1884-1894).

avec ceux que je viens d'y pratiquer récemment. La carte bathymétrique ci-dessus montre (d'après mes dernières opérations) que sa plus grande profondeur ne dépasse pas 40m,87. Ce chiffre est loin d'atteindre les 220 mètres, ou même les 123 mètres annoncés généralement, avec assurance, par certains guides accompagnant les voyageurs.

COULEUR, TRANSPARENCE ET TEMPÉRATURE DE L'EAU. — L'eau bleu foncé du lac de Gaube est limpide et très transparente. Un disque blanc de 30 centimètres de diamètre, descendu dans ses profondeurs, — le 22 septembre, à 6 h. 10 m. du soir, par un temps couvert et une forte brise qui ridait la surface de la nappe liquide, et, par conséquent, gênait les observations, — est demeuré visible à l'œil nu jusqu'à 16m,60. Remonté

(1) La carte de l'État-major à l'échelle de $\frac{1}{80.000}$, feuille 25 (LUZ), revision de 1862, donne l'altitude de 1.789 mètres. M. E. WALLON, dans sa belle carte des Pyrénées au $\frac{1}{150.000}$, indique 1.723 mètres au seuil de la porte de l'hôtellerie, et le *Guide Joanne* (édit. de 1886), 1.743 mètres. D'après mes dernières observations barométriques, l'État-major me paraît être le plus près de la vérité.

Digitized by Google

lentement, j'ai pu l'apercevoir de nouveau à $15^m,85$. Cette expérience, plusieurs fois répétée dans divers endroits, m'a donné une transparence moyenne de $16^m,22$.

Le tableau comparatif ci-dessous montre qu'à certaines heures de la journée, principalement le matin, la température de l'air et de l'eau peuvent offrir entre elles des différences sensibles (1). Mes opérations ayant été malencontreusement interrompues par une violente tempête, qui m'a forcé d'abandonner la place, je me borne à donner momentanément les indications ci-dessus, pour montrer simplement que les écarts de température de l'air et de l'eau ne sont pas des faits isolés, puisque je les ai observés dans plusieurs régions lacustres (2).

DATE	HEURES		TEMPÉRATURES DE L'AIR	TEMPÉRATURES DE L'EAU (surface)	ÉTAT DU CIEL
Le 22 septembre.	$7^h,45^m$	matin	+ 8° »	+ 10° 3	couvert.
Le 23 septembre.	$7^h,30^m$	matin	+ 7° 4	+ 10° 5	beau.
Le 23 septembre.	$6^h,35^m$	soir	+ 11° 1	+ 11° 3	beau.
Le 24 septembre.	$1^h,45^m$	soir	+ 15° 5	+ 11° 8	vent violent.

Flore et faune. — Le lac de Gaube ne m'a fourni qu'un petit nombre de variétés de plantes aquatiques. Ce sont surtout les Characées et les Nitellées qui dominent *(Chara fragilis, Nitella mucronata)*; on les trouve en masse compacte à partir de 3 mètres jusqu'à 6 mètres, au-dessous de la surface. Les Spirogyrées et les Zignemées abondent, surtout dans les flaques d'eau tranquille au fond du lac et au déversoir. Les Desmidiées m'ont paru assez rares à cette saison, de même que les Oscillariées, dont j'ai recueilli un certain nombre de filaments indéterminables.

Les Diatomées, au contraire, formaient de grandes plaques brunes, principalement sur la grève sablonneuse de la partie méridionale. J'ai observé à ce sujet un fait assez curieux. Partout où les vaches, en venant boire ou se baigner, avaient laissé l'empreinte de leurs pas sur le sable siliceux de la grève, qui s'étend presque horizontalement à plusieurs mètres de distance du bord, partout ces petites dépressions minuscules donnaient asile à une multitude de Diatomées du genre *Navicula*...

(1) Voir, dans le premier volume de l'*Association française*, année 1894, le résumé de ma communication à la Section de Météorologie, sur *les Variations de la température dans les lacs de montagnes* p. 145.

(2) Voir, au commencement de ce mémoire, p. 8, la température du lac de la Devèze (Pyrénées-Orientales).

Digitized by Google

Ces plantules microscopiques rencontrant là, vraisemblablement, un abri sûr contre le mouvement des vagues, s'y étaient formées en colonies innombrables.

Parmi les animaux, on trouve dans ces eaux une truite à chair rose, dont le goût est exquis. Mais, paraît-il, ce poisson devient fort difficile à pêcher à partir du milieu du mois d'août (1).

La *Limnæa limosa* Lin., var. *glacialis*, Dupuy, acquiert dans ce bassin une taille respectable. On la rencontre avec *Ancylus fluviatilis* Müll., var. *capuloides* et *Pisidium casertanum* Poli, var. *pulchella* Jenyns.

J'y ai constaté également la présence d'un Euprocte d'assez grande taille, probablement l'*Euproctus asper;* malheureusement, à cause de la saison avancée sans doute, il ne m'a pas été possible d'en capturer un seul. C'est la première fois, je le crois du moins, qu'il est signalé dans ces eaux (2). J'ai encore eu la bonne fortune de pêcher quelques Copépodes assez rares, des Cladocères, des Rotifères, etc. Voici les noms des principales espèces, que MM. J. de Guerne et J. Richard se proposent de décrire prochainement avec tous les détails que comporte ce sujet intéressant.

Cyclops strenuus Fischer, var.; ?
Diaptomus glacialis (?) ou voisin;
Daphnia pulex, de Ger, var.; ?
Polyarthra platyptera Ehrenberg.

Remarquons, en passant, que M. le professeur Th. Barrois, dans un travail fort important sur les *Lacs de Syrie* (*Rev. Biologique du Nord*, Lille, t. VI. — 1893-1894), signale le *Polyarthra platyptera*, au lac de *Yamoûneh*, au lac de *Hoûleh*, au lac de *Homs*, etc.; il a recueilli dans cette dernière localité, *Cyclops strenuus*.

GÉOLOGIE, COMBLEMENT. — Dans la vallée granitique occupée par le lac de Gaube, l'ancien glacier du versant Nord du Vignemale (Piquelongue, 3.298 mètres), qui descendait jusqu'à Pierrefitte, a laissé des traces indélébiles de son passage *(fig. 5)*.

Le seuil granitique formant barrage, constitué par la roche en place, est arrondi, strié, poli, par le passage de cet ancien glacier, bien déchu aujourd'hui de sa splendeur passée. Autrefois ce fleuve de glace couvrait toute la contrée jusqu'à Argelès — où il rejoignait celui de Gavarnie, — et au lac de Lourdes (3).

La végétation qui s'était emparée des pentes entourant le lac de Gaube, et y régnait en maîtresse souveraine, disparaît rapidement. Aussi,

(1) M. Lasserre, fermier actuel du lac et de l'Hôtellerie, a souvent constaté ce fait. — Voir note 1, page 981, de la présente notice.

(2) Le présent mémoire était déjà imprimé lorsque M. Regelsperger m'a appris qu'il avait vu cet *Euproctus*, au lac de Gaube et au lac d'Etibaoude, en 1890.

(3) Ch. MARTINS et E. COLOMB, *Essai sur l'ancien glacier de la vallée d'Argelès*, Montpellier, 1869.

Digitized by Google

le ravinement étant la conséquence forcée de la dénudation, la dégradation des montagnes augmente sans cesse dans des proportions inquiétantes. Les couloirs d'avalanche se creusent chaque jour de plus en plus, et, à chaque nouvel orage, des masses énormes de débris de toute espèce sont précipitées dans les profondeurs du lac.

Depuis l'époque où M. J. Vallot décrivit (1) d'une manière si précise les phénomènes de comblement qu'il avait observés au lac de Gaube, une certaine portion des talus alors sous-lacustres émerge actuellement,

FIG. 5. — Roches moutonnées et polis-glaciaires du *Lac de Gaube* (Hautes-Pyrénées), d'après une photographie faite par M. Émile BELLOC, en 1894.

et le canal qui le séparait autrefois du rivage est en partie comblé. Ce comblement est causé par l'apport considérable des matériaux de toute espèce que les avalanches entraînent dans le lac, principalement sur la rive gauche, en face du col de Poueytrémous.

Le grand cône de déjection encombrant la rive droite, à l'endroit même où les ruisseaux de Piméya et d'Éstibàoude rejoignent la nappe lacustre, est dans le même cas.

Mais les déjections rocheuses et vaseuses qui ont nivelé la partie centrale

(1) J. VALLOT, *Comblement des lacs pyrénéens*, Paris, 1887.

Digitized by Google

du lac de Gaube *(fig. 6)* n'ont pas seules envahi le fond du bassin. Si les épaisses forêts de pins ne couvrent plus les flancs, aujourd'hui décharnés, du Piméïa (pic Méïa), d'Éstibàoude et de Poueytrémous, les arbres qui constituaient autrefois ces superbes forêts ne sont pas loin de là. Ils gisent en partie, pêle-mêle et dans un désordre inextricable, au fond du lac.

Cet amoncellement ligneux offre un spectacle curieux et lamentable. En considérant cet enchevêtrement colossal d'arbres déracinés, on croirait qu'une épaisse forêt, bouleversée par quelque épouvantable cataclysme, a été submergée par les eaux. Aux environs du déversoir notamment, le désordre et l'entassement sont tels, que le poids de sonde ne peut atteindre le véritable fond du lac.

Parmi ces arbres, dont quelques-uns atteignent une taille considérable, les uns sont à moitié couchés, d'autres sont encore debout, semblables à des sentinelles menaçantes et pétrifiées, attendant que les dépôts successifs des matières alluviales les aient définitivement ensevelis dans leur sein (1).

L'aspect des montagnes qui environnent le lac de Gaube est grandiose et sauvage, mais le magnifique paysage, dont le bassin lacustre forme le premier plan, et au fond duquel le Vigne-

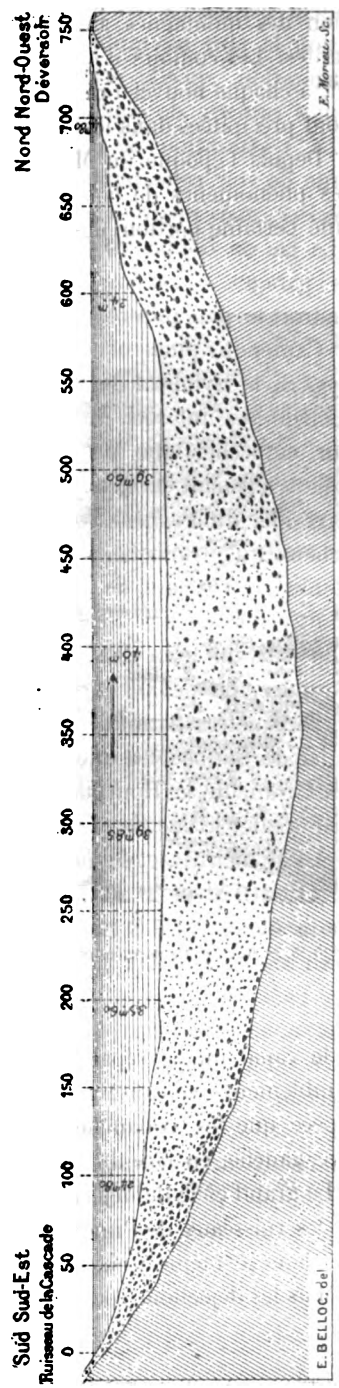


FIG. 6. — *Lac de Gaube* (Hautes-Pyrénées). — Profil longitudinal, tracé d'après les derniers sondages de M. Emile BELLOC, exécutés en 1894.

(1) On peut expliquer la position verticale de ces conifères de deux manières : ou bien, après avoir flotté pendant quelque temps, ces arbres ont sombré et, en coulant à pic, se sont enchevêtrés dans les tiges déjà submergées ; ou bien, brusquement arrachés de leur support naturel pendant la saison froide, ils ont été projetés par l'avalanche sur la surface glacée du lac. Dans cette situation nouvelle, obéissant aux lois de la pesanteur, au moment du dégel, le poids des racines, et des matières pierreuses qu'elles retenaient prisonnières, ont occasionné leur précipitation au fond des eaux, et leur ont conservé, en même temps, la position verticale dans laquelle nous les retrouvons aujourd'hui.

Digitized by Google

male dresse fièrement sa tête altière, et son glacier septentrional, est absolument désolé. La rive gauche, surtout, présente le spectacle de la dénudation la plus navrante que l'on puisse imaginer, et on peut dire, sans exagération, qu'elle est dominée par une succession ininterrompue de pentes ruinées, de couloirs d'avalanches et de cônes de déjections.

La restauration de ces montagnes s'impose donc à bref délai, sous peine de voir cette nappe lacustre disparaître dans un avenir difficile à préciser, mais relativement très prochain.

Le lac de Gaube est une des plus jolies pièces d'eau que renferment ces parages. C'est un but de promenade fort attrayant et, peut-être, l'endroit le plus pittoresque et le plus facile à atteindre que les environs de Cauterets puissent offrir aux nombreux étrangers fréquentant ce pays. Si le Syndicat de Saint-Savin, auquel le lac appartient, a quelque souci de ses intérêts, il prendra, sans tarder, des mesures énergiques pour empêcher que le lac de Gaube ne soit bientôt comblé : sans cela, ce lac charmant sera, avant peu, remplacé par une *raillère* comme celle d'Arraillé, du Péguère, ou par un de ces gigantesques amoncellements rocheux qu'on appelle *peyrrade*, dans le genre de celui qui est devenu célèbre sous le nom de Chaos de Gavarnie, bien qu'il soit près de Gèdre.

En suivant le nouveau chemin conduisant à Gavarnie, on pourrait se rendre, en deux heures, au *lac de Chabarrou*, situé vers le S.-S.-O., à 2.282 mètres d'altitude, ou bien aux *lacs d'Estibàoude*, placés au S.-E. du lac de Gaube et à une hauteur de 2.361 mètres. Mais on peut également franchir la Hourquette d'Arraillé et rejoindre la vallée de Lutour, pour visiter le *lac Glacé* (2.572 mètres), les *lacs d'Éstom-Soubiran* (2.460 et 2.426 mètres), et le *lac inférieur d'Éstom* (1.782 mètres), situé par 42° 41′ lat. N. et 2° 26′ 17″ long. O. de Paris. La superficie de ce dernier bassin est de 56.778 mètres carrés, et sa profondeur de 18 mètres (1).

Au nord-est du lac d'Éstom, en passant par les Agudes, on trouve les *lacs* bleus et limpides de la magnifique région d'*Ardiden* (2.379 mètres), que j'ai également explorés. Mais ne pouvant m'étendre ici sur ce suje intéressant, faute de place, leur description fera l'objet d'une étude spéciale.

(1) Émile Belloc, *Sur certaines formes de comblement observées dans les lacs des Pyrénées* (Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 18 juillet 1892).

Digitized by Google

M. Henri DUPONT

Vice Président de la Section de Géologie à la Société de Topographie de France, à Paris.

BASSIN COMMERCIAL DE LA GARONNE

— Séance du 18 août 1894 —

TOPOGRAPHIE

La superficie de cette région est un peu plus du quart de celle du territoire français. Elle est renfermée dans une sorte de fer à cheval très ouvert dont le sommet touche au Lozère et les deux extrémités s'arrêtent aux pointes Saint-Gilles et du Figuier sur l'Océan. Sur ces bords sont disposées les collines du Poitou, l'arête du Massif central, les Cévennes, les Corbières et les Pyrénées. Leurs terrasses ou leurs pentes, malgré la Charente, les affluents de la Garonne et de l'Adour, le passage de Naurouze (altitude 185 mètres) s'allongent et convergent vers Bordeaux, laissant à découvert une partie des Landes et le département de la Gironde.

Le bassin présente trois aspects différents :

1° Sur la côte, ce ne sont que de vastes plaines de sables coupées, soit par des marais desséchés, mouillés ou salants : les premiers, riches en verdure ; les seconds, propres à quelques essences et surtout aux roselières qui sont une ressource infinie pour les huttiers ; les troisièmes, aménagés pour retenir les eaux de la mer, — soit par des dunes depuis la Seudre jusqu'à l'embouchure du Gave de Pau. Entre elles et les Landes, vaste espace triangulaire de 8,000 kilomètres, compris entre la Garonne et l'Adour, se trouvent à une lieue de la mer quinze étangs remplis d'eau douce, anciennes baies de l'Océan.

2° Le centre se compose de plateaux bas, de larges vallées couvertes de riches vignobles, de taillis et de céréales qu'animent dix-huit cours d'eau navigables provoquant des regrets par leur crue fréquente, leur débit torrentiel et leur desséchement estival trop prolongé ; enfin deux canaux bien insuffisants.

3° Le fond du bassin est occupé par des hauteurs boisées qui enceignent des vallées étroites, par des plateaux ou causses aux espaces mamelonnés, caillouteux, sans eaux courantes, sans forêts, nus ou mouchetés d'arbres

Digitized by Google

malingres et de pauvres champs de blé ; en résumé, pays infertile en céréales avec de beaux pâturages et des richesses minérales appréciables.

GÉOLOGIE

Cette physionomie générale n'apparaît plus nette qu'avec des données géologiques.

Le massif central qui s'étend sur le Limousin, l'Auvergne, une partie du Gévaudan et du Rouergue est formé de gneiss et de micaschistes et traversé par des épanchements de roches granitiques. Aux époques carbonifère et permienne, des éruptions volcaniques ont fourni de nombreuses porphyrites; aux époques tertiaire et quaternaire les trachytes, les basaltes, le fer pisolitique ont surgi. Au-dessus de Murat se dresse la montagne de Bonnevie formée par un faisceau de prismes basaltiques. Il a gardé des traces incontestables des glaciers qui l'ont recouvert pendant le pléistocène. Sur ces bords, depuis Nontron jusqu'au Tarn, se présentent des bassins houillers assez importants (Cublac, Savignac, Decazeville, Aubin, Carmaux, Graissessac) ; entre Tulle et Brive des bancs de quartzite et d'ardoises; à Chanac, dans la même contrée, des filons plombifères de galène mélangée de pyrite et des filons avec bismuth. On y constate également une longue traînée de la roche verdâtre appelée diorite.

Le Cantal, placé vers le centre, représente assez bien le pôle saillant et répulsif. La chaîne granitique et schisteuse de la Margeride se rattache aux Cévennes. Ses superbes forêts contrastent avec les plateaux dénudés ou causses qui les avoisinent au sud. La Lozère, avec ses rochers nus, balayés par des vents furieux, en forment le nœud.

Les causses sont jurassiques. De nombreuses failles en ont divisé la surface en partie isolées (causses Larzac, Méjean, Sauveterre, Levezou, etc.). En leur milieu l'érosion des cours d'eau a creusé de véritables canons (Tarn et Dourbie) d'une profondeur de 4 à 600 mètres. En outre, sur ces causses s'ouvrent des avens ou gouffres de plusieurs centaines de mètres, dont quelques-uns aboutissent à des rivières souterraines, visitées par M. Martel. Il est certain, d'après les débris de toutes sortes qui ont été retrouvés, que cette région sauvage a été habitée par l'homme dans les temps préhistoriques. A l'ouest, le Rouergue est partagé en plateaux secondaires par le Lot, le Tarn et l'Aveyron. Ce pays siliceux ne produit guère, comme céréales, que le seigle; ce qui lui a valu le nom de Ségala.

La Montagne noire est formée en partie du Cambrien et du Silurien. Le carbonifère inférieur constitue une bande sur la lisière du versant sud. Les tristes Corbières aux roches schisteuses et permiennes, recélant deux gisements carbonifères à Ségure et à Durban, précèdent les Pyrénées.

Cette masse posée sur des bases dont l'enlacement est très confus,

Digitized by Google

semble, de la vallée de la Garonne, surgir de terre comme d'un seul jet et comme un mur grandiose, crénelé de pics neigeux. Leurs flancs sont tapissés d'une riche végétation entretenue par des pluies abondantes, par des forêts de hêtres, d'ifs, d'épicéas, de sapins, etc., qui se rabougrissent à 2.700 mètres, et parcourues par l'isard et l'ours, enfin par des ajoncs, des genêts et des bruyères. Des glaciers d'où descendent des cascades et des torrents admirables, des lacs (Oo, Gaube, Creguena), des laquets, des cirques (Estaubé, Troumouse, Gavarnie, Lys), donnent à la chaîne centrale et occidentale une note gaie que les stations thermales avec leurs habitués ne manquent pas de relever.

« Le noyau central des Pyrénées, dit Levasseur, est de granit, souvent dissimulé sous une masse de schistes cristallins, bordé par des îlots de terrain jurassique et par des bandes symétriques de terrains crétacés et nummulitiques. » Les terrains primaires y sont les plus nombreux ; ils s'étendent sur toute la longueur de la chaîne. Le Dévonien contient notamment le marbre griotte et le marbre de Campan. Ils sont agrandis par une autre bande de lias, terrain propice à l'agglomération des populations, car d'après M. Jacquot, leurs roches peu consistantes fournissent un excellent sol arable. Les terrains tertiaires occupent l'espace compris entre les Pyrénées d'une part, et le Quercy, le Poitou de l'autre.

L'éocène qui compose tout le bassin de l'Aquitaine atteint une puissance de plus de 2.000 mètres d'épaisseur. Le miocène est représenté par la mollasse fronsadaise, les faluns de Bazas et de la Réole, etc. On attribue au pliocène l'importante formation des Landes. Leurs sables ne sauraient être confondus avec ceux des dunes qui sont quaternaires, car ils sont gris foncé, pleins de galets de quartz. Dépourvus de fossiles, ils reposent sur l'alios, sorte de grès dont les grains siliceux sont agglutinés par des matières organiques et par de l'oxyde de fer hydraté. L'Aquitaine est frangé à l'est par le jurassique qui commence au sud de Villefranche-de-Rouergue pour aller jusqu'à Nontron et de là continuer dans les Charentes et le Poitou. A Excideuil (Dordogne), le calcaire oolithique est exploité comme pierre de taille. Il y a là aussi, intercalés dans le calcaire jurassique, des dépôts de fer hydraté. A Nontron on remarque des argiles contenant des oxydes de manganèse et de fer ; au nord des collines de l'Angoumois le terrain crétacé.

Les alluvions récentes ont comblé la plupart des anciennes indentations du littoral aux embouchures de la Sèvre Niortaise, de la Charente et de la Seudre. Ce comblement a été accompagné de destruction. Il y a deux mille ans, au IIIe et au XIVe siècle, la mer a détaché de ces rivages les îles d'Oléron, de Ré et d'Aix. Enfin le seuil poitevin jurassique, vaste plateau d'une altitude moyenne de 145 mètres, marque la ligne de séparation entre le bassin aquitanien et le bassin parisien.

Digitized by Google

Ces préliminaires posés, il sera plus facile de comprendre le rapport des industries suivantes que nous allons passer en revue.

AGRICULTURE

La région du sud-ouest est plus viticole qu'agricole. Quoique la culture du maïs, du lin et du sarrasin y dominent, elles ne sont pas assez rémunératrices pour compenser le faible rapport des autres céréales. Celui-ci se trouve encore diminué par le délaissement de quantités de terres stériles ou incultes qu'on rencontre sur certaines parties montueuses. Une étude particulière des terrains en friche permettrait d'en livrer un grand nombre à l'agriculture. Il suffirait d'indiquer des moyens de transformation peu onéreux et de déterminer le mode et l'objet de l'exploitation.

Le sol d'une contrée favorisée par un climat tempéré a trop de valeur pour qu'on ne cherche à y tenter quelques essais et à prévenir des déboisements toujours préjudiciables. Ce n'est que par un enseignement rationnel et agricole largement répandu qu'on pourra combattre l'indifférence ou la routine des petits propriétaires toujours âpres à un gain trop rapide et d'arrêter cet exode d'ouvriers qui, ne pouvant louer leurs bras d'un bout de l'année à l'autre, vont chercher auprès des grands centres un travail plus productif. A quelque point de vue que l'on se place, cette question est grosse de dangers pour l'avenir et mérite d'être examinée plus à fond par les économistes qui ont le souci des intérêts sociaux, afin de retenir sur la terre natale ceux qui doivent la faire fructifier. L'existence d'une nation est subordonnée à l'état de son agriculture. C'est pourquoi il importe de la faire progresser. Tant sont vraies ces paroles d'un savant : « Les destinées de l'humanité ne s'accomplissent qu'à l'aide des perfectionnements de l'agriculture, et il n'est pas d'accroissement aux prospérités sociales qui n'ait pour condition indispensable la réalisation de quelqu'un des progrès dont l'agriculture est susceptible. » Ces données, du reste, sont absolument confirmées par les constatations de l'histoire depuis les temps de barbarie jusqu'à nos jours. Hâtons-nous d'ajouter que, depuis un siècle, bien des progrès ont été accomplis dans ce bassin et notamment dans les Landes, grâce aux efforts de Brémontier et de Chambrelent. A d'autres de suivre leur exemple, à d'autres de continuer leur œuvre et de la consolider.

Examinons maintenant le rendement de cette région.

D'après nos recherches puisées aux sources les plus récentes et portées sur 19 départements, il s'ensuit qu'ils donnent plus de 16 millions de quintaux de froment, estimés 403 millions, et dans cette production la priorité revient successivement à la Vendée, le Lot-et-Garonne et la Charente-Inférieure; les Landes et une partie du Massif central revendiquent

Digitized by Google

celle du seigle; le méteil abonde dans la Charente et les Hautes-Pyrénées; l'orge se plaît dans la Saintonge et l'Aunis; le sarrasin, ami de la brume, enrichit le Limousin et le Quercy; l'avoine prime dans la Charente-Inférieure et le Lot; les bassins de l'Adour et de la Garonne sont la terre classique de la culture du maïs, plante qui exige beaucoup de chaleur et qui est un élément de richesse pour l'Ariège, les Landes et le Béarn; le millet est en renom dans la Gironde, les Landes et la Haute-Garonne. Le produit de toutes ces céréales s'élève à 666 millions 1/4, ce qui fait 284 millions de moins que pour la région de la Loire.

Cette évaluation est dépassée par celle des *récoltes diverses*. Les pommes de terre croissent en abondance dans le Périgord, l'Agénois et la Saintonge : elles produisent en totalité 22 millions de quintaux, valant 198 millions 1/3. Quant aux betteraves, elles baissent énormément, malgré les bonnes récoltes du Poitou, de l'Aunis, de la Saintonge et de l'Agénois. Les légumes frais sont expédiés par le Bordelais. Comme *cultures industrielles*, nous avons le colza, qui prospère dans la Vendée; le chanvre, dans le Quercy, l'Agénois et le Limousin, et sa graine dans le Périgord; le lin réussit dans l'Armagnac et le Bigorre et en graine dans le Comminges et la Lozère; le tabac est cultivé avec succès dans la région comprise dans le Périgord, l'Agénois (Tonneins) et le Quercy. La sériciculture brille surtout dans la Lozère. Comme on doit s'y attendre, le cidre ne figure que pour 8 millions 1/2 dans ce bassin viticole. Le Médoc, le Bordelais, avec les pays environnants, alimentent en partie tous les pays du monde par leur récolte qui dépasse 270 millions. Cette région cultive le tiers des vignes que renferme la France. Le Périgord, les Charentes et l'Armagnac convertissent tous leurs vins en eau-de-vie. Ces derniers en produisent 400.000 hectolitres, qui se vendent sous le nom de cognac. L'amandier, l'abricotier, le châtaignier, le cerisier, le figuier, le noyer, le prunier, les truffes, apportent un contingent sérieux de 25 millions, non seulement aux tables de la France, mais encore à celles de la Russie et de l'Angleterre.

L'Auvergne, le Limousin, l'Angoumois, la Gironde, ont les prés les plus riches qui rachètent le manque de foin. Cependant le trèfle est d'un assez bon rendement dans l'Agénois, le Poitou, le Rouergue; la luzerne, dans l'Angoumois, le Tarn-et-Garonne; le sainfoin, dans les deux Charentes. La totalité de tous ces produits atteint 893 millions 1/4.

Mais ce qui relève surtout ces chiffres, c'est la valeur des animaux domestiques avec leur rapport. L'espèce chevaline est représentée par les races poitevine et navarraise; l'espèce asine et mulassière, par les sujets des Pyrénées; l'espèce bovine, par les races auvergnate, d'Aubrac, limousines du Quercy, agénaise, bazadaise, gasconne et landaise; l'espèce ovine, par les petites races vivant dans les landes de l'Ouest, du Centre et du Sud, parmi lesquelles on rencontre des laitières comme celles de Larzac, du

Digitized by Google

Lauraguais et du Béarn; l'espèce caprine disséminée dans le Cantal, les Landes et le Lot; l'espèce porcine, avec ses huit races, dans la Dordogne, l'Aveyron et le Tarn; les volailles se recommandent par la race saintongeoise, qui donne les chapons de Périgueux. Quatre départements engraissent les canards et les oies de Toulouse. La Vendée, l'Auvergne et le Rouergue fournissent le plus de lait, avec lequel on fait le Roquefort (4.250.000 kil.) et le Cantal; le Quercy et le Rouergue, le plus de laine; le Périgord et le Limousin, le plus de miel; le Cantal, le plus de cire. La production animale se monte à 1 milliard 622 millions. Si l'on y ajoute le produit forestier des Landes et de quelques bois qu'on peut évaluer à 228 millions, on arrive à trouver, pour la richesse agricole de la région du Sud-Ouest, la somme de *3 milliards 1/2*. Différence de 1 milliard 1/2 avec la région de la Loire.

En défalquant les 9.810 kilomètres carrés de jachères, on obtient, pour une superficie de 114.163 kilomètres carrés, un revenu de 30.657 francs par kilomètre carré, lequel serait plus considérable si le phylloxera n'exerçait ses ravages sur les vignobles.

INDUSTRIE

L'industrie, « c'est, dit Levasseur, l'activité humaine appliquée à produire des choses utiles », c'est-à-dire l'exercice de nos forces physiques ou intellectuelles secondées par le concours de tous les agents qui sont devenus nos auxiliaires par cette organisation sociale qui multiplie à l'infini notre puissance individuelle.

L'industrie manufacturière, fournissant des matériaux et façonnant la matière selon nos besoins, se répartit comme suit :

Industries extractives. — On exploite le granite dans la Vendée et le Limousin; le basalte, en Auvergne, principalement à Volvic; le schiste et le mica, à Labassère (Pyrénées), à Brives-la-Gaillarde; le bitume, à Orthez et à Dax; la pierre meulière, qui approvisionne les moulins de la vallée de la Garonne, à Brives; la pierre de taille, aux environs d'Angoulême; les marbres, le blanc inférieur à celui de Cararre, à Saint-Béat, le rouge et le vert dans les Hautes-Pyrénées, à Campon, à Sarrancolin et à Bagnères-de-Bigorre, le jaune à Castera-Verduzan (Gers); la chaux hydraulique, à Moissac; le phosphate de chaux, comme engrais, dans le Lot, le Lot-et-Garonne et l'Aveyron; le sel, pour près de 23 millions aux marais salants de l'Ouest, dont les plus considérables sont ceux de la Charente-Inférieure (1.839 hectares), en y comprenant les Salies du Béarn (2 millions 1/2 de kilos) et de Salat. A ces roches, les eaux minérales apportent leur grand contingent. Il suffit de citer les eaux salines efficaces contre les rhumatismes (25 à 62°) de Dax, de Chaudesaigues (Cantal,

Digitized by Google

57 à 87°) et dans le groupe des Pyrénées ; les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon (54 sources), de Barèges, de Cauterets, de Saint-Sauveur, des Eaux-Bonnes (12 à 31° et 8.000 touristes), des Eaux-Chaudes (31 à 36°), d'Ax (75°), d'Assat (Ariège) ; les eaux sulfurées calcaires de Castéra-Verduzan, de Bagnères-de-Bigorre (12° et 50 sources fréquentées par 15.000 étrangers). La richesse minérale peut s'évaluer à 50 millions.

Les combustibles minéraux entrent dans la production totale pour 1/19e, soit 12.000.310. Le bassin de l'Aveyron (Aubin, Decazeville, Cransac) a fourni, en 1887, 758.746 tonnes ; celui de Carmaux 314.063 ; celui de la haute Dordogne est appelé à donner plus tard de sérieux bénéfices.

Le lignite, abondant dans l'Aveyron, ne figure que pour 71.000 francs. La consommation de la houille, de l'anthracite et du lignite s'élève pour la contrée à près de 36 millions ; la tourbe, plus particulière au Cantal, ne produit que 26.000 francs. Les minerais de fer, soit en filons dans les Pyrénées, en couche dans l'Aveyron, en alluvions dans la Dordogne et les Landes accusent 1 million et demi et les autres minerais métallifères disséminés dans l'Aveyron, les Hautes-Pyrénées et l'Ariège la même somme. Le salaire des ouvriers travaillant aux mines précitées atteint 21 millions.

INDUSTRIES PRÉPARATOIRES

L'industrie métallurgique, qui livre pour 21 millions d'ouvrages, est représentée dignement par le groupe des Pyrénées, surtout à Vic-Dessos, à Baïgorry, qui fait avec l'hématite des pierres à polir, à Labouheyre (Landes), à Nontron et à Excideuil ; à Ruelle, à Decazeville et à Cransac qui fournissent le plus de fer.

Il est bon de remarquer que la plupart du temps la nature a placé les combustibles minéraux à côté des métaux afin d'en faciliter le travail. Ajoutons les fonderies de cuivre de Toulouse, de cloches à Bordeaux, de zinc de Viviez et du Panchot (Aveyron).

INDUSTRIES MÉCANIQUES

La force motrice se traduit par 46.476 chevaux vapeur dont le travail équivaut, avec celle produite par les machines des chemins de fer et des bateaux, à 2 milliards 489 millions.

A cette catégorie rattachons les machines à vapeur et les machines-outils de Toulouse, Bordeaux et Rochefort ; les machines agricoles de Toulouse et de Vic-Fesenzac ; les voitures et wagons de Bordeaux ; les toiles métalliques d'Angoulême et de Bordeaux, la chaudronnerie de Toulouse et de l'Auvergne (Saint-Flour, Issoire, Aurillac) ; la taillanderie

Digitized by Google

du Saut-du-Sabo (Tarn), qui fournit des faux à tout le Midi ; les articles de bâtiment de Pamiers; la coutellerie de Nontron; les armes à feu de Tulle (70.000 fusils); les fonderies de canons de Ruelle, Toulouse et Tarbes; les appareils de chauffage de Toulouse; la capsulerie à bouteilles de Bordeaux, qui en livre annuellement plus de 100.000 au commerce, soit pour un chiffre de 1.200.000; enfin, l'Hôtel des Monnaies, qui pourrait fabriquer par jour 1 million de pièces.

INDUSTRIES CHIMIQUES

Les produits de toutes sortes sont fabriqués à Toulouse et à Bordeaux. Cette ville a deux usines où le pétrole d'Amérique est rectifié; deux autres qui produisent 3 millions de kilogrammes de salpêtre, quatre raffineries de tartre, qui réunies à celles du département, fournissent 1.000 tonnes de cristaux, dont la valeur est de 2 millions et demi.

La Charente et la Dordogne fabriquent l'huile de noix; les Landes l'huile de résine.

Bordeaux emploie 83 presses hydrauliques à l'huile de graines (arachides) et triture annuellement 13 millions de kilogrammes de graines donnant 4 millions de kilogrammes d'huile et 6 millions de tourteaux décortiqués.

Les cierges et les bougies (2 millions et demi) se font dans la Haute-Garonne, le Lot-et-Garonne (à Casteljaloux) et la Dordogne; les cuirs dont les produits sont connus sous le nom de veau de Bordeaux sont travaillés à Milhau.

Avec succès Bordeaux fabrique également la tige et le veau, et en alimente les pays de l'Europe. Saint-Médard-en-Jalle livre à la consommation 600.000 kilogrammes de poudre et Bordeaux 800.000 kilogrammes de noir animal.

Pour les savons (400.000 francs), c'est la Dordogne qui en fournit le plus; pour l'alcool (10 millions et demi), la Haute-Garonne et les Charentes. On trouve aussi dans la région des distilleries de mélasse et de maïs (2 millions et demi) et de gemmes de résine (3 millions).

INDUSTRIES ALIMENTAIRES

La consommation totale du bassin dépasse 1 milliard. La meunerie bordelaise, dont le renom est si mérité, a ses principaux centres à Moissac, Montauban, Toulouse, Nérac et Bordeaux.

Lambardemont-sur-l'Isle possède une grande minoterie à douze paires de meules et pouvant moudre par jour 400 hectolitres. La valeur moyenne de sa production s'élève à 3 millions.

Digitized by Google

Les pâtes alimentaires se font à Bordeaux et à Poitiers ; les biscuits de mer (1 million et demi) à Bordeaux. Cette cité est le plus grand marché pour le riz ; elle a trois usines de décorticage et de glaçage. Elle reçoit de l'Asie à l'état brut, 10 à 15 millions de kilogrammes.

Citons encore le fromage de Roquefort et du Cantal, les conserves de légumes et de viandes de Bordeaux (12 millions), les terrines de foie de canards de Nérac, les pâtés de Toulouse, le jambon et le chocolat de Bayonne, les confiseries, l'anisette et le vinaigre de Bordeaux (vingt de ses fabriques livrent 40.000 hectolitres à 25 francs l'un, soit 1 million) de Neuville, près Poitiers.

Il existe dans la Gironde des raffineries de sucre (10 millions et demi). En outre, cinquante-deux maisons s'occupent de l'industrie des fruits confits dont la valeur annuelle est évaluée à 10 millions.

Enfin, sur les marchés de Bordeaux et d'Agen se vend la prune d'Ente, récoltée dans le Lot-et-Garonne et l'arrondissement de la Réole.

La consommation du tabac atteint pour la région près de 26 millions.

INDUSTRIES DU VÊTEMENT

Elles sont peu actives. L'industrie cotonnière (23 millions) est cantonnée dans les Basses-Pyrénées et la Haute-Garonne. Les cordages (2 millions) se fabriquent à Bayonne, Tonneins et Bordeaux ; le linge de table et le linge damassé, dans le Béarn ; les bâches, à Bordeaux.

Les lainages (35 millions) ont leurs centres principaux dans le Languedoc, qui travaillent pour les classes populaires et l'armée.

Mazamet, le Mulhouse du Midi, qui exporte pour Paris et Londres, fait 15 millions d'affaires.

Castres fabrique les cuirs de laine ; Mende, la serge ; Bordeaux, les couvertures de laine. Saint-Seurin-sur-l'Isle a une filature de laine Renaissance ; Saint-Médard-en-Jalle, Bègles et Coutras (Gironde), des lavoirs de laine.

A noter quelques établissements du Tarn-et-Garonne s'occupant au travail de la soie ; on peut estimer la main-d'œuvre à 10 millions et demi. Voici, pour chaque industrie textile, le nombre d'ouvriers, de broches et de métiers à bras :

Coton.	ouvriers	589	broches	143.240	métiers à bras	7.121
Laine.	—	9.503	—	108.834	—	7.019
Lin...	—	584	—	168	—	1.144
Soie..	—	390	—	70	—	250
TOTAL . . .		11.066	—	252.412	—	15.534

Digitized by Google

A ces articles il convient d'ajouter la ganterie, qui a son siège à Milhau ; la confection des vêtements, les fleurs fines, la chapellerie, la cordonnerie, les parapluies qui se font à Bordeaux. Ces derniers sont l'objet d'un commerce de 4 millions dans la Gironde. La saboterie s'exerce à Aurillac, la brosserie à Agen, etc.

INDUSTRIES DU LOGEMENT

Bordeaux fabrique les tapis, les meubles, la faïence ; Toulouse, les papiers peints. Ces deux grandes places s'occupent également de bronze et d'orfèvrerie ; Saint-Gaudens, de la porcelaine. A elle seule la Gironde en fournit près de 2 millions sur 3.

La verrerie est très active dans le même département : plus de 15 millions de bouteilles d'une valeur de 3.800.000 francs.

Elle a comme puissants auxiliaires la tonnellerie avec ses 1.200.000 barriques estimées 17 millions ; 4 millions de caisses en bois pour le transport des vins valant 10 millions, et plus de 110 millions de bouchons évalués 500.000 francs.

Dans les mêmes localités on trouve aussi des tuiles et des briques. Enfin, la consommation du gaz atteint 10 millions et demi.

INDUSTRIES DU TRANSPORT

La carrosserie et la sellerie ont leurs centres à Toulouse et à Bordeaux.

A part Rochefort, atelier de l'État, l'industrie privée compte des chantiers de construction à Bordeaux (Paludate, Bacalan, Lormont et Queyries) et à Bayonne.

INDUSTRIES DES BESOINS INTELLECTUELS

La papeterie occupe le 2e rang avec 18.600.000. C'est surtout dans la Charente qu'elle est très importante (7.600.000). Angoulême, renommé à juste titre, produit par an plus de 4 millions de kilogrammes de papier.

Mios (Gironde) possède une fabrique de pâte à papier provenant du bois de pin, 5.000 kilogrammes par jour. Montfourat-sur-Dronne, près de Coutras, fait du papier de chiffon ; Bernos, Cazeneuve, Saint-Michel-de-Castelnau (Gironde), du papier de paille de seigle, expédié dans les principales villes de France, ainsi que dans l'Asie et l'Amérique du Sud ; Bordeaux, le cartonnage en grand.

Dans cette ville également et à Toulouse se développent les industries de l'imprimerie, de la gravure et des instruments de musique.

D'après cet exposé, il résulte que l'industrie du bassin de la Garonne est de *4 milliards 65 millions*.

Digitized by Google

COMMERCE

L'industrie commerciale, dit J.-B. Say, concourt à la production, de même que l'industrie manufacturière, en élevant la valeur d'un produit par son transport d'un lieu à un autre. C'est une façon que le commerçant donne aux marchandises, une façon qui rend propres à l'usage des choses qui ne l'étaient pas.

Le commerce s'exerce soit sur les produits de l'agriculture et de l'industrie tant indigènes qu'exogènes. Les routes sont des chemins naturels aux échanges.

La région compte comme routes nationales 7.027 kilomètres; comme départementales, surtout très nombreuses dans la vallée de la Garonne, 7,573 kilomètres, et pour les autres d'intérêt commun 143.203 kilomètres, soit le quart de toute la viabilité française. Leur tonnage annuel dépasse 1 million de tonnes métriques.

Elles ont comme auxiliaires : les voies fluviales, telles que l'Adour, la Charente et la Garonne avec leurs affluents, qui mesurent en longueur navigable 2.348 kilomètres et transportent 2.275.071 tonnes, et 6 canaux longs de 519 kilomètres et charriant 623.961 tonnes dont le rapport est pour les deux de 33.246.000; les chemins de fer, qui aboutissent à deux mers avec deux points de pénétration en Espagne empruntant les deux réseaux d'Orléans, celui du Midi et celui de l'État. Pour un parcours de 4.846 kilomètres, la grande vitesse rapporte 69 millions et la petite vitesse 100 millions et demi, soit 169.700.000 ou le sixième du trafic total de toutes les voies ferrées. Les tramways de la Gironde leur procurent un appoint de 2.315.000; la poste et le télégraphe, avec le téléphone, 20 millions. Les succursales de la Banque de France ont reçu, au taux de 3 0/0, 3.645.000 sur 122 millions d'affaires qui leur ont été soumises.

Pour activer le commerce de la contrée, des Chambres de commerce ont été établies à Bayonne, Bordeaux, Castres, la Rochelle et Toulouse. Aux évaluations précédentes, il convient d'ajouter le produit des octrois, ou 17 millions, et celui des contributions indirectes, 41 millions.

Afin de nous éclairer sur la marche du commerce intérieur, nous allons examiner rapidement ce qui se passe sur les principaux marchés de la région.

Sur le réseau d'Orléans, signalons :

1° *Ruffec* (3.527 habitants), place renommée pour ses produits agricoles, ses truffes, ses pâtés de perdreaux et ses foies d'oie truffés.

Angoulême (36.690 habitants), placée à 96 mètres d'altitude, près de la Charente, qui lui apporte plus de 100.000 tonnes de houille, de bois, de sel et de

Digitized by Google

grains, est le marché des eaux-de-vie dont Cognac est le grand entrepôt, des fers du Périgord, des bois de la Haute-Vienne et des cuirs de la Dordogne.

Libourne (17.867 habitants), sur la Dordogne, approvisionne Bordeaux de ses vins et eaux-de-vie, de farine, de bestiaux, de grains et bois de merrains pour les barriques.

2° *Périgueux* (31.439 habitants), baignée par l'Isle, à la jonction d'un triple embranchement, est l'entrepôt des produits naturels et fabriqués du département; mais son marché est sans rival en France pour la vente des porcs, des dindes et des truffes. Deux foires importantes de chevaux, en mai et septembre, une autre à Montpazier et trois à la Laitière.

Bergerac (14.735 habitants), sur la Dordogne, ajoute au commerce des vins l'exportation des marrons en Angleterre, des grains, truffes, merrains et de ses pépinières.

3° *Tulle* (18.964 habitants), sur la Corrèze, fait le commerce du fer et de la pelleterie, de l'huile de noix. Foire célèbre de Saint-Clair.

Brive (16.803 habitants), sur la Corrèze, suit Périgueux et ajoute la vente des champignons en conserve, de marrons, de noix, de laine et de bestiaux.

Figeac (6.680 habitants), sur le Celé, a de plus que le précédent les cuirs.

Rattachons à cette ligne Rodez et Cahors :

Rodez (16.122 habitants), sur l'Aveyron, à 633 mètres d'altitude, porte son trafic sur les grosses draperies, les toiles, les bestiaux, les laines et fromages de Roquefort.

Cahors (15.369 habitants), sur le Lot, entrepôt des vins et des houilles du département, est célèbre par ses foires où se vendent les mulets, les chevaux, les volailles et les cercles pour cuves.

Villefranche-de-Rouergue (9.734 habitants), sur l'Aveyron, principal dépôt des forges voisines, a aussi des foires fréquentées et s'adonne au commerce de grains, de vins, de truffes et d'ustensiles de cuivre.

Gaillac (7.709 habitants), sert d'entrepôt aux vins et eaux-de-vie du département, de marché aux céréales, pruneaux, volailles, graines d'anis vert, de coriandre, de luzerne, aux légumes et au genièvre.

Réseau de l'État :

Saint-Jean-d'Angély (7.297 habitants), sur la Boutonne, est une grande place pour les liquides, le bois et les graines.

Saintes (18.461 habitants), sur la Charente, pour les mêmes marchandises et le cognac.

Jonzac (3.431 habitants), sur la Seugne, expédie à Bordeaux des œufs, des spiritueux et des pierres de taille.

Réseau du Midi :

Bordeaux (252.415 habitants), sur la Garonne, est l'entrepôt général des produits du bassin.

Marmande (10.341 habitants), sur la Garonne, est un marché important pour les vins, eaux-de-vie, blés, chanvres, prunes sèches et tabacs.

Agen (23.234 habitants), sur la Garonne, est l'entrepôt de commerce de Toulouse et de Bordeaux, du Lot-et-Garonne pour les bestiaux, vins, tabacs dits de Tonneins, chanvres, fruits secs et verts, lièges des Landes; mais il le cède à

Digitized by Google

Nérac pour les marchés aux farines, aux eaux-de-vie et pour la vente des bouchons.

Moissac (8.797 habitants), sur le Tarn et le canal du Midi, expédie de la belle farine dans le Levant et les colonies, et fait un commerce d'huiles, de vins et de laines.

Montauban (30.388 habitants), est l'entrepôt des grains, de la draperie commune et une bonne place pour les cuirs, l'huile, les fruits, les mulets, les chiffons, les spiritueux, les plumes d'oie, le duvet et les sangsues. Foire de Sainte-Anne pour les chevaux.

Toulouse (149.791 habitants), sur la Garonne, à l'embouchure des canaux du Midi, de Brienne et du canal latéral qui lui amènent les objets de première nécessité, desservie par six lignes, est le siège du transit entre l'Océan et la Méditerranée, la véritable métropole du Midi par son marché aux cocons, ses foires aux draps et aux laines, aux chevaux (huit jours), aux bestiaux dont le rayon s'étend à tous les départements méridionaux, son commerce des bois et des marbres des Pyrénées, des huiles, des savons, des denrées coloniales, des fers de l'Ariège et du Lot, par les produits de son industrie locale.

Villefranche-de-Lauraguais (2.556 habitants), sur l'Hers, près du canal du Midi, s'occupe de la vente des céréales.

Un embranchement conduit à Foix (7.568 habitants), sur l'Ariège, marché aux bestiaux, laines, poix et résine, et à *Albi* (20.903 habitants), entrepôt des houilles de Carmaux, se livrant au commerce des vins, grains, prunes, pastels, droguerie, graines d'anis et de luzerne.

En suivant les Landes, nous trouverons :

Mont-de-Marsan (12.031 habitants), sur le Midouze, et *Dax* (10.240 habitants), sur l'Adour, centres importants pour les bestiaux, les laines, les bois, les résines, les écorces de liège, les vins et eaux-de-vie, les graines oléagineuses, et parallèlement aux Pyrénées :

Orthez (6.210 habitants), sur le Gave de Pau, et *Pau* (33.111 habitants), qui ont un mouvement commercial important résultant des produits du département, tels que grains, lins, bois, vins, viandes salées, jambons de Bayonne, toiles du Béarn, cuirs, plumes d'oie et pierres. Grande foire de chevaux à la Saint-Martin.

Tarbes (20.087 habitants), sur l'Adour, entrepôt de grains, bestiaux et fers des Hautes-Pyrénées. Rattachons-y *Auch* (14.782 habitants), qui vend beaucoup de volailles pour l'exportation, de pâtés de foie de canard estimés et fait un commerce ordinaire de vins, laines, eaux-de-vie de l'Armagnac, céréales et bestiaux.

Saint-Gaudens (7.007 habitants) pratique celui des grains; *Saint-Girons* (5.448 habitants), celui des laines, des porcs et des mulets avec l'Espagne.

Enfin sur le tronçon de la ligne de Béziers à Arvant :

Aurillac (15.824 habitants), sur la Jordane, au point d'intersection de quatre routes qui, avec *Saint-Flour* (5.308 habitants), se livrent au commerce du fromage, des bestiaux, des toiles et des grains.

Marvejols (4.672 habitants), sur la Colagne, a celui de la chapellerie, des draps et étoffes de laine, des vins et céréales, des fourrages; avec embranchement sur *Mende* (7.878 habitants), sur le Lot, centre des serges et des cadis, qui s'expédient en Espagne, en Italie, en Allemagne, etc.

Enfin *Milhau* (17.429 habitants), sur le Tarn, qui expédie au loin les laines, les bois de construction, le fromage de Roquefort, les gants de peau, les cuirs tannés et chamoisés, les draps et les soies.

Digitized by Google

Terminons le commerce intérieur par le petit cabotage :

Les ports des Sables-d'Olonne, de la Rochelle, de Rochefort, de Charente, de Bordeaux et de Bayonne ont expédié 337.833 tonnes et reçu 481.744.

COMMERCE EXTÉRIEUR

Il s'opère par la marine marchande, qui compte dans les ports précités 94 vapeurs et 870 navires à voiles. Leur tonnage a été de 99.376 tonnes.

Les principaux ports sur l'Océan sont :

Bordeaux (252.415 habitants), à trente lieues de la mer, offre la forme d'un croissant. Il est situé sur la Garonne, qui a une largeur moyenne de 625 mètres, et 10 à 12 mètres de profondeur à marée haute. Ce troisième port de France peut contenir 1.200 navires. Sur la rive gauche, il a un développement linéaire de 7 kilomètres avec 1.200 mètres de quais et près de 4.000 mètres de cales. Bordeaux est la tête de ligne des chemins de fer de l'Espagne par Bayonne, de celui d'Orléans et du réseau du Midi, en communication avec la Méditerranée par son fleuve et le canal du Midi, desservi par :

1° *Les Messageries Maritimes*, qui font le service du Brésil et de la Plata;

2° *La Compagnie Générale Transatlantique* (lignes du Havre à Véra-Cruz, à Haïti et à Colon);

3° *La Compagnie maritime du Pacifique*, qui dessert les ports du Chili, du Pérou et Guayaquil;

4° *La Compagnie de navigation à vapeur du Pacifique*, service postal entre Bordeaux et Valparaiso;

5° *Diverses Compagnies* qui pénètrent dans toutes les mers de l'Europe, en Amérique et dans l'Extrême-Orient.

En un mot, c'est le siège d'un commerce maritime qui s'étend à toutes les parties du monde.

En 1893, il a importé 11.692.915 quintaux métriques, d'une valeur de 298.617.875 francs d'articles tels que laines, vins, orfèvrerie et bijouterie, bois communs, poissons de mer marinés ou à l'huile, céréales, café, tabac en feuilles, tissus, passementerie et rubans de coton, produits chimiques, houille crue, peaux et pelleterie, sucres bruts et raffinés, graines et fruits oléagineux, cacao, eaux-de-vie, or et argent etc., soit pour un chiffre compris entre trente et un et six millions.

Il a été exporté 7.627.105 quintaux métriques, pour une valeur de 359.452.080 francs, d'articles tels que vins, orfèvrerie et bijouterie d'or, tissus, passementerie de laine et de coton, eaux-de-vie, poissons de mer, bois communs, vêtements, fruits de table (11 millions), ouvrages en peau et en cuir, armes, poudres, peaux brutes, légumes (7.100.000) laines en masse, poteries, verres et cristaux, or et argent, soit pour un chiffre compris entre cent trois et quatre millions et demi.

Valeur de la pêche 112.300 francs.

Bayonne (27.292 habitants), au confluent de la Nive et de l'Adour, à six kilomètres de l'Océan, est un port de $4^m,8$ à $5^m,7$ de profondeur ayant des services réguliers avec l'Espagne, le Portugal et Anvers; c'est un grand entrepôt de laines fines pour l'Espagne.

Le chiffre de ses importations est de 17.057.104 francs pour 3.559.241 quintaux métriques, et celui de ses exportations de 18.004.749 francs pour 1.760.560 quintaux métriques. Les premières consistent en céréales, houille, fonte, acier,

Digitized by Google

poisson de mer, etc., pour une somme variant entre huit millions et demi et 1.700.000; les secondes en bois, résines, orfèvrerie, peaux préparées, pour une somme variant entre 8.300.000 et 800.000.

Valeur de la pêche : 403.840 francs.

Ports secondaires.

Les Sables-d'Olonne (11.557 habitants, est accessible aux navires de 330 à 400 tonneaux seulement à marée haute; il exporte grains, sel, poisson frais et salé, bestiaux; il importe vins de Bordeaux, denrées coloniales, bois du Nord.

Valeur de la pêche: 2.111.380 francs.

Marans (3.150 habitants), sur la Sèvre Niortaise, à onze kilomètres de l'anse de l'Aiguillon, possède des quais de 700 mètres de long, peut recevoir des navires de 250 tonneaux. C'est l'entrepôt du commerce intérieur des grains des départements voisins, c'est un des marchés régulateurs de la France. Ses foires comptent parmi les plus importantes du pays. Il exporte chaque année pour cinq millions de grains. Culture des moules : 38.622 hectares.

Valeur de la pêche : 489.457 francs.

Saint-Martin-de-Ré, à vingt kilomètres de La Rochelle, fréquenté par les vaisseaux de cent tonneaux, se livre à la culture de l'huître du Portugal, exporte l'eau-de-vie, le poisson salé, le sel.

Valeur de la pêche : 728.460 francs.

La Rochelle (26.808 habitants), appelée à revoir les jours de son ancienne splendeur et à recevoir un développement rapide par suite de la nouvelle création de la rade de La Pallice accessible aux navires d'un puissant tonnage. Elle arme pour la pêche de la morue et pêche en grand le poisson frais pour une valeur de 1.556.540 francs. Elle a, du reste, des usines pour la conserve de la sardine et du thon mariné. Elle importe la houille crue, les vins, le bois à construire du Nord et du Canada, les poissons salés, les produits chimiques, le goudron, les tourbes, les céréales, les graisses de poisson, les engrais, les pâtes de cellulose; elle exporte les eaux-de-vie, les pommes de terre, la houille, les produits chimiques, les tabacs, les fromages, etc.

Commerce général :

Importation	2.418.444 quintaux métriques,	9.133.690	francs.
Exportation	70.104 —	510.132	—

La Pallice importe les produits chimiques, les huiles de pétrole, les vins, les céréales, les fourrages, le jute brut et le chanvre; exporte les eaux-de-vie, les futailles, les peaux brutes, les pommes de terre, les sardines, les vins, etc.

Commerce général :

Importation	444.711 quintaux métriques,	5.794.908	francs.
Exportation	36.185 —	2.639.385	—

Oléron (20.000 habitants), à trois heures de La Rochelle, voit le chiffre de son tonnage augmenter continuellement. La vente des huîtres y est importante. Le sel, le vin, le poisson et les coquillages, surtout les pétoncles, constituent les autres branches de son commerce. Valeur de la pêche: 713.200 francs.

Fouras, produits 400.000 francs.

Digitized by Google

Rochefort (33.334 habitants), sur la Charente, à seize kilomètres de l'Océan, port à la fois militaire et marchand. Ce dernier, situé au nord, est accessible aux grands navires. Son commerce réside dans les vins, eaux-de-vie, bois du Nord, houille, sels, merrains, chevaux, bétail, poissons salés, denrées coloniales, blé et farine. Valeur de la pêche: 802.330 francs. Foires importantes de chevaux en mars et en juillet.

Saintes, valeur de la pêche: 41.473 francs.

Tonnay-Charente, à six kilomètres de Rochefort, reçoit des navires de huit cents tonneaux, est l'entrepôt des eaux-de-vie de la Saintonge et de l'Angoumois, et fait un commerce important de sels, vins, bois de chauffage, cercles, bestiaux, fers en barre et charbon de terre.

Brouage, commerce des moules de bouchots, 120.000 francs.

Marennes (5.415 habitants), à quatre kilomètres de la mer, entre le havre de Brouage et l'embouchure de la Seudre, a son port situé à 1.200 mètres de la ville. L'industrie ostréicole y est fort développée. Les articles de son commerce sont le sel, les eaux-de-vie, le vin, les huîtres, les fèves, les pois verts, les lentilles, le maïs et la graine de moutarde. Valeur de la pêche : 868.885 francs.

Royan (5.000 habitants), à l'entrée de la Gironde, belle plage, en réalité port d'échouage, trouve la valeur de ses transactions dans le passage des bancs de sardines. Avant 1887 le produit de la pêche atteignait un million et demi, il est singulièrement diminué.

Blaye (5.015 habitants), sur la Gironde, exporte les vins, eaux-de-vie, grains, huiles, pommes, noix, savons, bois de construction et de charpente, merrains.

Libourne (17.867 habitants), située au confluent de la Dordogne et de l'Isle, à trente-cinq kilomètres de Bordeaux, peut recevoir des navires de trois cents tonneaux. Son commerce consiste en vins, eaux-de-vie, bestiaux, grains, bois de merrains. Elle importe le bois du Nord et le charbon anglais. Valeur de la pêche: 211.300 francs.

La Teste-de-Buch, dont le commerce consiste en poisson, huîtres, miel, résine, bois de chauffage et de construction, se développe tous les jours, grâce au voisinage d'*Arcachon* (8.000 habitants); rendez-vous du monde élégant, qui doit sa fortune à ses crassats. Valeur de la pêche: 835.623 francs.

Saint-Jean-de-Luz, sur la Nivelle, bien déchu, armant autrefois pour la baleine. Valeur de la pêche : 156.840 francs.

Comme, pour les ports les plus importants, nous n'avons donné que le commerce général, nous allons ajouter sur le commerce spécial quelques renseignements puisés dans la statistique générale des douanes, année 1893 :

		Quintaux mét.				Francs.
Bordeaux.	Importations	10.180.649	valeur	223.920.081	Droits perçus	33.898.916
	Exportations	6.390.137	—	280.900.088		
Bayonne.	Importations	3.526.017	—	14.939.218	—	3.099.291
	Exportations	1.709.604	—	15.551.550		
La Rochelle.	Importations	2.359.588	—	9.100.573	—	935.610
	Exportations	30.525	—	417.594		
La Pallice.	Importations	419.419	—	5.537.426	—	1.550.189
	Exportations	34.871	—	2.624.594		

Pour compléter cet exposé, disons que les cinq douanes départementales ont rapporté environ quarante-quatre millions. En somme, le commerce du

Digitized by Google

bassin est de *un milliard quatre-vingt-un millions*. Comme le trafic de quelques marchés, de certaines villes d'eaux, de plusieurs ports, etc., a échappé à notre analyse si minutieuse, nous croyons qu'on peut porter ce chiffre à un milliard et demi.

C'est bien peu si, déduction faite des landes et des causses, on considère l'étendue, le climat, les ressources de la région et l'activité des habitants.

DESIDERATA

Pour remédier à cet état de choses, il faut des débouchés devant faciliter l'introduction des matières premières qui manquent ou le transport des produits dans les contrées privées de voies ferrées. C'est pourquoi s'imposent à bref délai : 1° l'achèvement des travaux commencés dans les landes; 2° l'amélioration des lits du Lot et de la Dordogne; 3° le canal de jonction entre la Loire et la Garonne par la Vienne, la Charente et la Dronne; 4° le nouveau chemin de fer à travers les Pyrénées; 5° et surtout le canal Entre Deux-Mers. Alors, au lieu de faire près de *neuf milliards d'affaires (8 milliards 646)*, le bassin en fera plus de dix.

Il nous semble qu'il serait préférable de jeter les capitaux français dans des entreprises telles que celles-ci, en tous points fructueuses pour le pays, plutôt que de les verser à des œuvres étrangères dont le rapport est souvent douteux. Commençons par transformer réellement notre outillage commercial et à cet effet accomplissons les travaux indispensables, si nous tenons à conserver à la France le rang qu'elle doit occuper dans le monde. On ne doit pas reculer devant les sacrifices quand il s'agit d'assurer à nous-mêmes et à nos descendants un avenir plus prospère.

M. L. DRAPEYRON

Secrétaire général de la Société de topographie de France, à Paris.

ENQUÊTE A INSTITUER SUR L'EXÉCUTION DE LA GRANDE CARTE TOPOGRAPHIQUE DE FRANCE DE CASSINI DE THURY

— Séance du 13 août 1894 —

Le document joint à cette note indiquera suffisamment au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences le but que s'est proposé la Société de Topographie de France.

Digitized by Google

Ce but est double :

1° Élever un monument à l'auteur de notre première grande carte topographique;

2° Justifier en quelque sorte cet honneur, aujourd'hui si prodigué, en retraçant les travaux — vrais travaux d'Hercule — qu'il accomplit.

Avons-nous besoin de dire que la première de ces entreprises — le monument à Cassini — est en bonne voie? Deux mille francs ont été versés dans les mains du trésorier de la Société. La publicité assurée à cette souscription patriotique par le Congrès de Caen lui donnera une impulsion plus vive encore.

Nous avons déjà fait à la Sorbonne, le 19 novembre 1893, une communication sur l'œuvre géographique de Cassini de Thury.

Le 27 mars 1894, à la Section géographique du Congrès des Sociétés savantes, nous avons sollicité « les bons offices des représentants de ces Sociétés qui voudront bien nous faire part de ce qu'ils ont pu déjà et de ce qu'ils pourront ultérieurement se procurer de relatif à l'exécution de la carte de Cassini dans leurs régions respectives ». Et nous prenions l'engagement de préparer un questionnaire et d'en saisir les Sociétés et les personnes compétentes.

Un questionnaire doit être court. Nous nous proposons d'y répondre, dans la mesure de nos forces, assez prochainement. Mais nous prions nos savants collègues de ne pas attendre nos réponses et de nous faire bénéficier sans retard de leur propre enquête, quelque restreinte qu'elle soit. Nous serons heureux de leur rendre, dans notre travail, un hommage reconnaissant.

QUESTIONNAIRE

I. — Les antécédents de la carte de Cassini.

II. — La méthode de *Cassini de Thury*. En quoi elle a innové. Comment elle a rendu possible la grande carte topographique qui garde son nom.

II. — L'Association formée en 1756 pour la confection de la carte de Cassini. Ses principaux membres. Documents réunis par eux à ce sujet et transmis à leurs héritiers.

III. — Les directeurs de l'entreprise. Les trésoriers.

IV. — Le dépôt de l'Observatoire. Son organisation. Ses chefs successifs, principalement les *deux Capitaine*, père et fils. Reconstituer leur biographie.

V. — Rôle de l'École des Ponts et Chaussées, fondée par *Trudaine* en 1747, et de son directeur, *Perronnet*.

VI. — Les ingénieurs de la carte de Cassini, *Beauchamp*, etc.

VII. — Instruments et levés topographiques. *Seguin*, *Deparcieux*.

VIII. — Les dessinateurs. *Seguin*.

IX. — Les graveurs. *Brunet*. — *Aldring*.

X. — Les écrivains. *Bourgoin*.

XI. — La nomenclature. Part assignée par Cassini de Thury aux *seigneurs terriens* et aux *curés des paroisses* dans la revision des feuilles de la carte.

Digitized by Google

XII. — Chronologie des feuilles de la carte de Cassini, c'est-à-dire publication successive de ces feuilles.

XIII. — Part contributive, au point de vue des dépenses : 1° des associés ; 2° des souscripteurs individuels; 3° des pays d'élection ; 4° des pays d'État. Résistance de la Bretagne.

XIV. — La carte de Cassini prise pour modèle à l'étranger. Carte de la Belgique par de Ferraris et autres cartes.

XV. — Œuvres concurrentes en France, analogues à celles que nous ont fait connaître M. Vignols, pour la Bretagne, et M. Jules Gauthier, pour la Franche-Comté.

XVI. — Contrefaçons de la carte de Cassini.

XVII. — Corrections faites sous le Consulat et sous l'Empire à la carte de Cassini.

XVIII. — Emploi qui en a été fait, au point de vue civil et militaire.

XIX. — Rapports de filiation et comparaison de la carte de Cassini et de celle de l'État-major.

XX. — Appréciations faites de la carte de Cassini par les personnes compétentes.

UN MONUMENT A CASSINI DE THURY

AUTEUR DE LA PREMIÈRE GRANDE CARTE TOPOGRAPHIQUE DE FRANCE (1714-1784)

Il appartenait à la Société de Topographie de France d'honorer la mémoire de César-François Cassini de Thury, l'auteur de la première grande carte topographique de la France. L'approbation de ses dignes descendants lui est acquise. Le concours des hautes personnalités du gouvernement et de la science, — des Sociétés de géographie et de toutes les Sociétés savantes, — de la France civile et militaire, ne lui fera pas défaut.

Aucun nom, dans l'histoire des sciences, dans celle de la science française en particulier, n'apparaît plus grand que celui de Cassini. C'est Louis XIV, noblement inspiré par Colbert, qui conquit à notre patrie cette famille, on pourrait dire cette dynastie de savants, dont Gênes, Sienne, Florence, Rome, Bologne gardent le souvenir, alors représentée par l'illustre astronome Jean-Dominique Cassini, et qui, convoyant celle des Bourbons, compte de père en fils, en un siècle et demi, cinq membres de l'Académie des Sciences, dont quatre directeurs de l'Observatoire de Paris. Après avoir scruté le ciel avec une méthode et une sûreté inconnues auparavant, il était dans leur destinée de déterminer la forme réelle de la terre, et en s'appuyant sur une base précise, la méridienne même de l'Observatoire, par eux vérifiée à plusieurs reprises, d'embrasser et de décrire la France entière, d'en dégager la véritable image.

C'est ce dernier et grand dessein que conçut, il y a cent cinquante ans, et que réalisa presque complètement, à la veille de la Révolution, le troisième d'entre eux, Cassini de Thury (1714-1784), petit-fils de Jean-Dominique.

Après avoir essayé ses forces dans cette glorieuse campagne de Flandre, où il accompagnait le roi et qu'illustrèrent les richesses de Fontenoy, de Raucoux et de Lawfeld, il résolut de doter la France de sa première carte topographique. « Jamais, dit Condorcet, on n'avait formé en géographie une entreprise plus vaste et d'une utilité plus grande. C'était, en effet, un préliminaire absolument nécessaire pour parvenir à une connaissance approfondie de la France. »

Digitized by Google

Encouragé et d'abord subventionné par le gouvernement, il forma, dès 1756, une compagnie pour échapper aux caprices des contrôleurs généraux des finances. L'acte portait, dans son préambule, que « l'association n'avait d'autre objet que l'honneur et les avantages qui en reviendraient à la nation ». Il lui fallut, en outre, faire, si on peut s'exprimer ainsi, la conscription des ingénieurs, des topographes, des dessinateurs, des graveurs. Pendant trente ans, il poursuivit son œuvre sans faiblir, malgré l'opposition de certains États provinciaux. Que de fatigues, même corporelles, il endura! L'année de sa mort, il publia sa *Description géométrique de la France.*

Son digne fils, le comte Jean-Dominique, « Cassini IV », qui devait mourir presque centenaire, termina promptement, d'après ses instructions, sa carte topographique. Il eut l'honneur de la présenter achevée au roi Louis XVI et à l'Assemblée constituante, qui, avec son concours, s'en servit, sans désemparer, pour la division de la France en départements.

Avoir assuré à la France le bénéfice et la gloire de la première entreprise de ce genre, avoir frayé les voies à la carte de l'État-major, avoir groupé toutes les forces vives, tous les coopérateurs nécessaires de cette science si complexe, la géographie, est pour Cassini de Thury un titre éminent à la reconnaissance publique, et c'est cette reconnaissance dont la Société de Topographie de France provoque aujourd'hui l'expression. Il n'est pas sans intérêt d'ajouter que c'est du pays de Nice, — la patrie du grand Cassini, — que nous est venu le vœu auquel nous donnons satisfaction aujourd'hui.

Cassini aura sa statue. Ce monument s'élèvera dans la ville de Clermont-en-Beauvaisis (Oise), non loin de cette modeste commune de Thury, où la mémoire des Cassini est justement bénie, car ces grands observateurs du ciel ont été constamment mêlés à l'humble vie des paysans qu'ils guidaient, conciliaient, comblaient de bienfaits. N'omettons pas de rappeler que plusieurs de leurs frères sont morts en combattant pour la patrie, avant et depuis 1789.

M. Ludovic Drapeyron, secrétaire général de la Société de Topographie de France, a été chargé par le Comité de rédiger une notice sur la vie et l'œuvre de Cassini de Thury, et de donner ainsi une suite à son *Image de la France sous les derniers Valois et sous les premiers Bourbons.*

M. CASTONNET DES FOSSES

Vice-Président de la Société de Géographie commerciale de Paris.

L'AMÉRIQUE IL Y A CENT ANS

— Séance du 13 août 1894 —

En 1892, c'est-à-dire il y a à peine deux ans, l'on célébrait le centenaire de Christophe Colomb, l'une des dates les plus glorieuses de l'humanité. Quelques mois après s'ouvrait à Chicago l'Exposition universelle. Là, on

Digitized by Google

pouvait constater les progrès accomplis par l'Amérique. Ces progrès sont d'autant plus étonnants qu'ils sont en quelque sorte contemporains et datent presque d'hier. Le développement merveilleux du Nouveau-Monde, qui n'a plus rien à désirer à l'ancien continent, qui, à l'heure actuelle, compte 125 millions d'habitants, est de notre époque. Pour s'en convaincre, il suffit de se reporter cent ans en arrière et de voir ce qu'était l'Amérique en 1792.

A cette époque, la population de l'Amérique ne s'élevait qu'à 20 millions d'habitants, dont 8 millions étaient les descendants d'Européens, blancs ou métis. La race africaine pouvait figurer pour 3 millions, et la race indienne pure pour 9 millions. La race européenne n'était pas, comme on pourrait le croire, en grande majorité espagnole. La race anglo-saxonne y comptait pour 3 millions et demi et la race portugaise pour quinze cent mille. En 1792, l'Amérique était encore restée une colonie, et appartenait en grande partie à l'Espagne, qui possédait le Mexique, l'Amérique centrale et l'Amérique du Sud, à l'exception du Brésil, qui dépendait du Portugal. Le Canada était Anglais depuis le traité de Paris conclu en 1763. Il n'existait qu'un seul État indépendant, la république des États-Unis, qui n'était encore qu'à ses débuts, et rien alors ne pouvait faire prévoir la puissance future de l'oncle Sam.

La population des États-Unis ne dépassait guère 4 millions d'habitants, dont 700.000 à 800.000 mulâtres et nègres. Les villes étaient alors bien peu importantes. Boston avait 20.000 habitants, New-York 35.000, Baltimore 15.000, Philadelphie 50.000, Charlestown 18.000, Richmond 2.000, Cincinnati 500. Chicago n'existait pas encore. C'était un rendez-vous de chasseurs qui venaient y tuer des civettes. Son nom vient de l'indien chikok-ouk, qui signifie : *Rendez-vous de civettes*. Les mœurs, aux États-Unis, étaient empreintes de la plus grande simplicité. A Philadelphie, les maisons, construites pour la plupart en briques, étaient souvent entourées de vergers et de jardins, et à la porte de chacune d'elles, l'on voyait un ou plusieurs bancs où l'on venait s'asseoir, le soir, pour respirer le frais. Les magasins étaient fort simples. Une boutique n'était qu'une maison d'habitation, garnie de marchandises au rez-de-chaussée, avec un objet quelconque suspendu à la porte, afin d'indiquer ce qu'on y vendait. Le luxe était encore inconnu. A peine comptait-on quelques carrosses dans la ville. Il en était de même ailleurs. A Boston, les seuls lieux de réunion étaient les temples où les dames venaient exhiber leurs toilettes. Le président des États-Unis était alors Washington. L'Union, qui primitivement ne comptait que treize États, en avait quinze. Le Vermont avait été admis en 1791, et le Kentucky en 1792. L'on venait de décider la construction de la cité fédérale, la capitale de l'Union, sur les rives du Potomac, et à laquelle l'on avait donné le nom du fondateur de l'indépendance. En Géorgie, un simple maître d'école, Whitney, venait d'inventer une machine

Digitized by Google

destinée à séparer la graine de coton de sa fibre, à l'éplucher. C'était le commencement d'une révolution et en même temps le début de la fortune *cotonnière* des États-Unis. La république américaine était encore modeste, mais déjà naissait son ambition. C'est ainsi que lorsque la colonie de Saint-Domingue voulut se séparer et eut quelques velléités d'entrer dans l'Union, en 1792, ses avances trouvèrent assez bon accueil. Si la doctrine de Munroë n'était pas encore formulée, elle existait déjà.

L'Amérique espagnole formait quatre vice-royautés : celle du Mexique ou Nouvelle-Espagne, de la Nouvelle-Grenade ou de Santa-Fé-de-Bogota, du Pérou et de Buenos-Ayres, et trois capitaineries générales : Guatemala, Caracas et le Chili. La population du Mexique comptait 4.400.000 habitants, dont 300.000 à 400.000 blancs, 1 million de métis et 3 millions d'Indiens. La vice-royauté de Lima, qui comprenait le Pérou actuel et l'Équateur, avait 1.500.000 habitants. La vice-royauté de Buenos-Ayres, qui a formé depuis quatre États : la république Argentine, la Bolivie, l'Uruguay et le Paraguay, n'en avait que 1.600.000 à 1.800.000. La vice-royauté de Santa-Fé-de-Bogota 700.000 à 800.000 ; le Chili 300.000 ; le Guatémala 1.000.000 ; la capitainerie de Caracas 400.000 à 500.000. La Louisiane, une ancienne colonie française, était peuplée de 50.000 à 60.000 âmes, et la Nouvelle-Orléans en comptait 12.000. Aux Antilles, l'Espagne possédait Cuba, une colonie négligée, qui n'avait que 200.000 habitants. Puerto-Rico 150.000 et la partie orientale de Saint-Domingue 125.000. La population de toute l'Amérique espagnole n'atteignait pas 11 millions d'habitants. Le Brésil, une possession portugaise, en comptait 2.500.000, dont 500.000 blancs, 1 million de mulâtres et métis, 1 million de nègres.

Si l'Angleterre avait perdu ses anciennes colonies, qui avaient formé les États-Unis, elle avait encore des possessions importantes. Sur le continent, le Canada peuplé de 170.000 habitants, dont 150.000 pour le bas Canada et 20.000 pour le haut Canada. Québec en comptait 14.000 ; Montréal 18.000. Le Nouveau-Brunswick 40.000 ; la Nouvelle-Écosse 40.000. Le territoire de la baie d'Hudson aux Grandes-Antilles, la Jamaïque, peuplée de 300.000 habitants, dont 20.000 blancs et 280.000 mulâtres et nègres. Dans les Petites-Antilles, la Barbade, Montserrat, Antigoa, Nevis, Saint-Christophe, Saint-Vincent, la Barboude, la Dominique, la Grenade, les Bahama, les Bermudes. A la côte de Honduras, la petite colonie de Balize, et dans l'Amérique du Sud une partie de la Guyane.

Au traité de Paris, en 1763, la France avait perdu ses belles colonies du Canada et de la Louisiane. Elle possédait encore la partie occidentale de Saint-Domingue, qui comptait 42.000 blancs, 35.000 mulâtres et près de 500.000 esclaves. Le mouvement commercial de cette riche possession atteignait 400 millions de livres. La Martinique, peuplée de 103.000 habitants, dont 13.500 blancs, 3.500 hommes de couleur libres, et 80.000

Digitized by Google

esclaves. La Guadeloupe, qui comptait 113.000 habitants, dont 15.000 blancs, 4.000 hommes de couleur libres, et 94.000 esclaves. Sainte-Lucie avec 19.000, dont 2.500 blancs, 1.500 hommes de couleur libres et 15.000 esclaves. Tabago, avec 15.000 habitants, dont 700 blancs, 300 hommes de couleur libres, et 14.000 esclaves sur le continent; la Guyane qui comptait 13.000 âmes. Dans l'Amérique du Nord, les petites îles de Saint-Pierre et Miquelon.

Les autres puissances européennes qui avaient des possessions en Amérique étaient la Hollande, le Danemark, la Suède et la Russie. La Hollande possédait sur le continent une partie de la Guyane et aux Petites-Antilles, Curaçao, Saba, Saint-Eustache et une partie de Saint-Martin; le Danemark : le Groënland, l'Islande et, aux Petites-Antilles, Saint-Jean. Sainte-Croix et Saint-Thomas; la Suède : la petite île de Saint-Barthélemy. La Russie avait fondé quelques établissements sur le territoire d'Alaska, qu'elle appelait *Amérique Russe*, mais la Nouvelle-Arkhangel n'était pas encore fondée et ne devait l'être qu'en 1802.

Telle était l'Amérique à la fin du siècle dernier. Depuis, elle est devenue une nouvelle Europe, dans toute l'acception du mot. Depuis, les différentes colonies se sont successivement émancipées de leurs métropoles et ont formé des États. Ses richesses n'ont été sérieusement exploitées que dans notre siècle. L'émigration, qui, jusqu'en 1820, était insignifiante, a pris un grand développement et c'est à elle qu'il faut en partie attribuer le développement du Nouveau-Monde. Ce mouvement n'est pas près de finir. C'est une révolution dont on ne peut pas encore connaître les conséquences.

M. CRAVOISIER

Secrétaire adjoint de la Société de Géographie commerciale de Paris.

LA DOCTRINE DE MUNROË — L'AMÉRIQUE AUX AMÉRICAINS CONSÉQUENCES ÉCONOMIQUES

— Séance du 13 août 1891 —

Au moment où la plupart des États européens souffrent de la surproduction de leur industrie, où chacun d'eux cherche à se défendre contre ses voisins, par l'élévation de barrières douanières dont l'efficacité est plus que douteuse, alors que le commerce d'exportation se heurte chaque jour

Digitized by Google

à des difficultés de plus en plus nombreuses, nous ne devons cesser, nous autres Français, de surveiller ceux des marchés du monde où nous écoulons les produits de notre industrie, en même temps que nous devons redoubler d'efforts pour conserver la place privilégiée que nous occupons sur quelques-uns d'entre eux.

Le continent américain, tout entier, doit être considéré comme un de nos principaux débouchés, et si les choses d'Afrique doivent avoir notre meilleure attention, nous ne devons pas pour cela négliger ceux des pays qui, pendant de longues années encore, seront pour notre commerce et notre industrie des clients sûrs dont les besoins tendent à s'augmenter de jour en jour.

C'est pourquoi on doit regretter de voir une certaine fraction de notre pays se désintéresser quelque peu des questions américaines; on ne devrait pas oublier, cependant, que là, sur le terrain même, en dehors de nos voisins européens que nous retrouvons travaillant, comme nous, à développer leurs exportations, ce qui est tout naturel et dans l'ordre logique des choses, nous avons à lutter contre une autre catégorie de concurrents, bien autrement redoutables : — nous voulons parler des Américains du Nord. — Ceux-ci jouent ou veulent jouer auprès de leurs « frères » du Centre et du Sud le rôle d'aînés, dans le but apparent, sinon réel, de les défendre contre leurs *ennemis* les Européens, dont les intérêts doivent être, suivant la logique yankee, diamétralemet opposés à ceux des Américains.

Ceux que toutes ces questions intéressent ont encore présent à la mémoire le souvenir du fameux Congrès panaméricain, qui se tint à Washington en octobre 1889, et dans lequel les Yankees tentèrent de réunir toute l'Amérique dans une Union douanière — ce qui était la mise en pratique de la fameuse doctrine de Munroë : l'Amérique aux Américains. Quoique cette tentative n'ait pas abouti, il n'en est pas moins vrai que l'idée a germé et porté ses fruits chez quelques hommes politiques sud-américains; nous le verrons tout à l'heure quand nous passerons à la partie politique de cette étude.

Une semblable idée, d'ailleurs, ne pouvait que séduire, de prime abord, des peuples à l'orgueil haut placé, et qui ont été gâtés par les capitaux dont les financiers européens les ont comblés, avec un résultat final sur lequel il est inutile d'appuyer.

C'est sur ce terrain que les Nord-Américains ont toujours été dans un état d'infériorité marquée vis-à-vis des Européens; car, jamais ils n'ont apporté l'appui de leurs capitaux à leurs frères du Sud. On peut même ajouter que cet autre moyen d'influence, qu'on appelle : les communications maritimes, — n'existent pour ainsi dire point et sont réduites à quelques lignes qui parcourent les Antilles et le Pacifique. Ce sont là,

Digitized by Google

cependant, deux leviers qui ont une importance économique indiscutable pour quiconque veut augmenter sa zone d'influence.

Néanmoins, les Nord-Américains ne se sont point tenus pour battus, et ils continuent leur œuvre de pénétration sous toutes les formes qu'elle peut revêtir : arbitrages, traités de commerce, interventions diplomatique et effective, tout leur est bon ; et malheureusement, il faut bien l'avouer, nous ne suivons pas d'assez près, nous autres Français, ces tentatives, cependant fort intéressantes !

Seule, l'Angleterre, avec l'habileté et le sens pratique qui caractérisent ses hommes d'État, s'est inquiétée du but poursuivi par les Nord-Américains.

Envisageant l'hypothèse d'un conflit avec les États-Unis, elle a pensé que le point faible de ceux-ci serait la partie de leur territoire qui est baignée par l'océan Atlantique et le golfe du Mexique.

Cette situation a été reconnue par les États-Unis eux-mêmes, puisqu'ils ont essayé, à maintes reprises, d'acquérir un point quelconque des Antilles, pour y établir un dépôt de charbon. C'est ainsi qu'ils ont essayé d'acheter au gouvernement haïtien le point connu sous le nom de Môle Saint-Nicolas, qui est, par sa situation géographique, une position stratégique de premier ordre. Quoique le gouvernement de Washington soit assez influent en Haïti, cette négociation n'a pas encore eu d'effet sérieux; mais il est à présumer que, dans l'hypothèse que nous envisagions plus haut, les États-Unis, en vue d'assurer leur propre sécurité, n'hésiteraient pas à mettre *manu militari* leur projet à exécution.

II

Ceux qui suivent attentivement les événements politiques et économiques qui ont l'Amérique tout entière pour théâtre n'ignorent pas qu'à chaque instant l'Angleterre, surtout, est en conflit avec l'une ou l'autre des Républiques de ce continent, laquelle, pour se défendre contre un ennemi trop puissant, fait aussitôt appel à l'intervention des États-Unis, qui ne manquent jamais, comme bien on pense, de répondre avec empressement, poursuivant ainsi le but qu'ils se sont tracé, de fermer peu à peu, le Nouveau-Monde à l'influence européenne.

Cette politique est suivie par le gouvernement des États-Unis, avec la persévérance et l'opiniâtreté qui sont dans le caractère du pays, et il n'y a pas de doute que le résultat ne soit un jour conforme à ses espérances.

Il y a trop de symptômes auxquels il ne faille prêter la meilleure attention : depuis longtemps déjà, les États sud-américains cherchent à s'affranchir de la tutelle que leur a imposée la vieille Europe par le prêt de ses capitaux sous ses formes multiples.

Un moment viendra où tous les États du Nouveau-Monde formeront

Digitized by Google

une vaste confédération des intérêts économiques, et il est hors de doute que cette confédération sera dirigée contre nous, Européens.

L'Afrique sera-t-elle, à cette époque, en mesure de remplacer pour nous la clientèle américaine? Nous voulons le croire sans y compter beaucoup, car le commerce ne se compose pas que d'objets de première nécessité, il y a aussi ceux dits de luxe, qui répondent aux besoins du confort et qui sont nécessairement beaucoup plus rémunérateurs pour ceux qui les produisent.

Il est inutile d'ajouter, et des événements récents viennent à l'appui de notre argumentation, qu'à un moment donné, les Nord-Américains viendront à leur tour lutter avec nous pour la conquête des marchés africains, ainsi qu'ils l'ont commencé déjà sur plusieurs points appartenant à ce vaste continent, tel Madagascar et aussi les îles Canaries, où l'auteur de ces lignes a pu s'assurer *de visu* que la bière de Milwaukee et les conserves américaines de toute espèce (ces dernières d'ailleurs très mauvaises), se trouvaient chez tous les marchands.

Il faut donc y attacher la plus grande attention ; on ne doit pas oublier que les États-Unis vendent près d'un tiers de ce qu'achètent les Antilles britanniques, près de la moitié de ce qui entre au Canada et plus de la moitié de ce qu'achète le Mexique !

Comme nous le disions au commencement de cette étude, le gouvernement de Washington poursuit son but sans relâche, — c'est ainsi que la question des dépôts de charbon que les Yankees voudraient se créer dans les Antilles, et dont nous avons dit un mot plus haut, est continuellement à l'ordre du jour pour eux; ils savent très bien que ce sera un de leurs moyens de contre-balancer l'influence européenne dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique,— nous avons parlé du môle Saint-Nicolas; mais il y a aussi la baie de Samaná à Saint-Domingue, et enfin la fameuse île de Saint-Thomas, seul vestige des possessions danoises dans cette partie du monde, aujourd'hui bien déchue de la splendeur que lui procurait sa position de port franc admirablement placé au milieu des autres Antilles, et qui coûte à la Métropole, sans lui rien rapporter (le budget local doit se solder par à peu près 250,000 francs de déficit). On dit que, pour des raisons d'économies, le Danemark ne serait pas opposé à sa cession.

A chaque instant les journaux Nord-Américains publient des correspondances datées de Saint-Thomas, correspondances dans lesquelles on appelle l'attention sur les avantages que les États-Unis tireraient de cette île comme station navale, tant pour la marine de guerre que pour la marine marchande qui pourrait s'y approvisionner de charbons, vivres, etc., etc.

Déjà, en 1867, le gouvernement de Washington avait négocié avec le Danemark la cession de cette île, moyennant une certaine somme

Digitized by Google

d'argent. La transaction fut soumise à la population de Saint-Thomas, qui vota en sa faveur presque unanimement ; mais le Sénat américain ne ratifia pas la convention, nous ne savons pour quelle cause, et le projet fut abandonné. — Maintenant, la situation des États-Unis a changé, la création très avancée d'une nouvelle marine de guerre, — on a pu s'en convaincre à la revue navale passée à New-York lors des fêtes du Centenaire de Colomb, — l'extension de ses relations extérieures, l'ouverture projetée d'un canal interocéanique, etc., etc., ont fait sentir aux Américains la nécessité d'obtenir une station navale et un dépôt de charbon dans les Antilles, et, depuis les dernières et infructueuses tentatives faites à Haïti, pour obtenir le môle Saint-Nicolas, et à Saint-Domingue, la baie de Samaná, ils ont dû avouer que l'île de Saint-Thomas était le dernier point favorable qui restait dans les Antilles.

Il faut reconnaître que les sentiments des habitants de Saint-Thomas n'ont point changé, ils sont toujours disposés à se laisser annexer par les États-Unis ; en outre, les Yankees qui résident dans l'île manifestent, eux aussi, un grand intérêt à cette annexion, car, pour tous, elle augmenterait l'importance et l'impulsion de leurs intérêts ; à chaque instant, ces derniers sollicitent du gouvernement de Washington la reprise des négociations et cela sans perdre de temps, car déjà, disent-ils, le gouvernement danois a été sollicité à ce sujet par diverses nations, parmi lesquelles l'Allemagne ! — Il n'est pas inutile d'ajouter que le port de Saint-Thomas est un des meilleurs des Antilles.

L'Angleterre, pour garder sa suprématie dans cette partie du monde, où elle possède des colonies très importantes au point de vue commercial, mais qui le sont davantage encore au point de vue stratégique, s'est empressée de fortifier Port-Castries, dans l'île de Sainte-Lucie, en vue d'en faire un véritable Gibraltar, cette île admirablement située étant la clef des Petites-Antilles.

Enfin, avec ses autres possessions, elle forme comme une espèce de chaîne de forteresses, allant de Halifax à Sainte-Lucie en passant par les Bermudes et la Jamaïque, cette dernière étant, elle aussi, une position stratégique de premier ordre qui commande le canal de Panama, comme les Bahamas, au Nord, commandent le canal de la Floride. — On voit que l'Angleterre a su prévoir.

Faut-il rappeler que le gouvernement de Washington suit toujours avec le plus vif intérêt ce qui se passe à Cuba ; qu'il y entretient un foyer d'agitateurs qui arborent hautement le drapeau du séparatisme ou de l'autonomie; mais qui, en réalité, sont plutôt partisans de l'annexion pure et simple aux États-Unis.

Il n'est pas douteux que l'île de Cuba, entre les mains des Américains, redeviendrait ce qu'elle a été : la reine des Antilles, alors qu'actuelle-

Digitized by Google

ment, malgré la richesse de son sol, elle végète presque misérablement, résultat de causes multiples, parmi lesquelles il faut citer la déplorable administration du gouvernement de la métropole, qui exploite ses colonies et les pressure jusqu'au sang.

Moins obérée, sa riche voisine, l'île de Puerto-Rico, plus à l'abri des mouvements politiques, voit son budget se solder par un excédent de recettes, lequel excédent, en exécution des ordres du gouvernement de Madrid, est *prêté* à l'île de Cuba, et vient augmenter son budget, vaste gouffre qui ne rend rien de ce qu'il reçoit.

Il en résulte que Puerto-Rico n'a point de routes dignes de ce nom, et que le transport d'une tonne de café d'un point quelconque de l'île au port d'embarquement coûte plus cher que la valeur de la tonne elle-même, et cependant cette île n'a que 9.314 kilomètres carrés de superficie.

Nous ajouterons que la moitié du commerce de Cuba se fait avec les États-Unis, qui ont dans l'île, au point de vue commercial, une influence qui va chaque jour en augmentant.

On se rappelle que le gouvernement de Washington a offert à l'Espagne, contre la cession de l'île de Cuba, 200 millions de dollars or, plus la prise à sa charge de toutes les dettes de l'île, et elles sont nombreuses.

L'Espagne a naturellement refusé; mais les Yankees ne se tiennent pas pour battus, ils poursuivent la politique qu'ils se sont imposée et ils ont réussi à conclure un traité de commerce avec le gouvernement espagnol, spécial à ses colonies des Antilles, traité aux termes duquel, les produits des Antilles espagnoles sont admis en franchise aux États-Unis, ceux-ci jouissant, en retour, de réductions sur les droits de douane, qui varient de 10 0/0 à 50 0/0.

Ce traité, qui a une durée de quinze années, achèvera, s'il n'est dénoncé ou modifié d'ici là, la ruine de Cuba, car les Yankees, qui prennent chaque année les trois quarts de sa production sucrière, favorisent chez eux, par tous les moyens possibles (les discussions qui ont lieu en ce moment au Sénat de Washington sur les nouveaux tarifs douaniers en sont une preuve), le développement de l'industrie sucrière nationale, les États riverains du golfe des Antilles se prêtant très bien à la culture de la canne; il est aisé de prévoir que le moment n'est pas éloigné où les sucres cubains seront d'autant moins demandés qu'ils seront remplacés par les sucres nationaux, jusqu'au jour où ils ne le seront plus du tout, alors que les produits manufacturés nord-américains continueront à jouir, à leur entrée sur les marchés de Cuba et de Puerto-Rico, de réductions douanières qui leur continueront la situation privilégiée dont ils sont favorisés par rapport aux produits des autres nations.

On peut en déduire qué la politique du gouvernement de Washington a été fort habile, puisque, vaincu sur le terrain politique, il a pris sa

Digitized by Google

revanche sur le terrain économique. Cette politique, qui leur a si bien réussi avec les Antilles espagnoles, les Yankees sont en train de la suivre avec le Mexique, qui, lui aussi, leur appartient au point de vue commercial et industriel.

Avions-nous raison, au commencement de cette étude, de signaler le danger dont nous sommes menacés et les faits que nous venons d'énumérer sont-ils suffisants?

Faut-il rappeler, en se reportant de quelques mois en arrière, les événements dont le Brésil vient d'être le théâtre? Là encore, n'avons-nous pas assisté à ce spectacle d'un président faisant appel, pour vaincre la révolution, au concours du gouvernement de Washington, et celui-ci le lui prêtant avec un mépris absolu des usages diplomatiques? On sait qu'aucune des nations européennes, cependant fortement intéressées, ne protesta; seule, l'Angleterre montra quelques velléités de résistance, mais s'inclina néanmoins.

Faut-il ajouter que, sans cet appui, le président Peixoto eût succombé? Aussi, un de ses premiers actes, lorsqu'il eût triomphé de la révolution, fut-il, dans un message à la nation brésilienne, d'adresser au gouvernement des États-Unis des remerciements qui ressemblaient fort à un véritable acte de vassalité.

Les Yankees, prenant ainsi fait et cause pour ce président, ne savaient-ils pas que le traité de commerce qu'ils avaient conclu avec le Brésil était impopulaire dans ce dernier pays, qu'il eût été dénoncé si le parti révolutionnaire avait eu le succès, et qu'en soutenant le président Peixoto, ils donnaient à ce traité une consolidation qu'il n'avait pas auparavant?

Nous ne parlerons que pour mémoire des faits analogues qui se passèrent au Chili, lors de la lutte entre le président Balmaceda et la junte révolutionnaire; là aussi les États-Unis prirent nettement fait et cause pour l'un des deux partis en présence.

III

Quant aux États-Unis eux-mêmes, il suffira de rappeler ce qui vient de se passer à New-York: les ouvriers américains mettant en interdit, non seulement les marchandises venant de France, mais encore ceux de leurs compatriotes qui avaient fait venir ces marchandises. Le fait s'est passé à propos de cheminées, de colonnes, de décorations de tout genre commandées à Paris par un riche Américain et que les ouvriers se refusèrent à monter, à l'instigation des délégués de leur syndicat qui leur ordonnèrent de cesser le travail. Les ouvriers obéirent, le propriétaire se fâcha, et n'obtint qu'une chose, c'est que les autres corps de métier qui travaillaient à sa maison l'abandonnèrent à leur tour.

Digitized by Google

La maison de Paris qui avait envoyé la cheminée et les colonnes protesta auprès du consul général de France, qui répondit qu'il ne pouvait rien faire; mais cette démarche avait déplu aux syndicats ouvriers de New-York, qui répondirent, à leur tour, par la circulaire suivante, que nous reproduisons en entier :

BUREAU
DE
l'Union centrale du Travail
114, 13e rue Est

BUREAU DES DÉLÉGUÉS
55e rue et 3e avenue

BUREAU DE LA SECTION DES UNIONS
DU BATIMENT
114, 13e rue.

DÉCISION

Les différentes Unions en relation avec l'industrie du bâtiment à New-York se sont aperçu que beaucoup de nos riches concitoyens donnent de fréquentes commandes à des maisons européennes, bien que les mêmes travaux peuvent être établis aussi bien et à aussi bon marché par des maisons américaines. Par là même, ils forcent au chômage des sculpteurs en bois, modeleurs ornemanistes, tailleurs de marbre, polisseurs de marbre américains et autres commerces affiliés à l'organisation centrale de New-York. Il a donc été décidé :

1° L'Union centrale du Travail, le Bureau des délégués et la Section des ouvriers du bâtiment condamnent la conduite *antiaméricaine* de nos très riches compatriotes qui ignorent ceux d'entre nous qui certainement les ont aidés à accumuler la fortune qu'ils possèdent maintenant.

2° Toutes les Unions affiliées aux Unions ci-dessus nommées refusent, à partir du 1er juin 1894, *de travailler toute matière décorative ou autre importée* et, de plus, se réservent de faire le nécessaire pour protéger les industries visées ci-dessus.

Espérant que cette décision sera communiquée à vos clients pour leurs bénéfices, nous restons fraternellement,

(Sceau). *Délégués des Unions du Bâtiment de New-York.*
Jacob BAUSCH, *secrétaire.*

(Sceau). *Union centrale du Travail* (1880).
JOHN S. HENRY, *secrétaire.*

(Sceau). *Union centrale du Bâtiment.*
MERWYN PRAT, *secrétaire.*

Ajoutons que, dans une des grandes imprimeries de New-York, les ouvriers ont menacé de quitter l'atelier si l'on montait une presse à couleurs que le directeur avait fait venir de Paris.

Ce sont là des symptômes probants et nous croyons en avoir assez dit touchant la politique du gouvernement de Washington dans son application des principes de la doctrine de Munroë : « l'Amérique aux Américains », ainsi que sur les sentiments que nourrit le peuple des travailleurs américains à l'égard des Européens.

Digitized by Google

Ce sont les produits européens, et par conséquent les nôtres, prohibés de leurs marchés.

Il faut donc redoubler d'attention et démontrer aux républiques du Centre et du Sud de l'Amérique, que leurs intérêts sont justement diamétralement opposés à ceux de leurs frères du Nord, en même temps qu'on peut les amener à conclure avec nous des traités de commerce.

Déjà, grâce au dévouement de nos agents diplomatiques accrédités auprès de ces divers gouvernements, des conventions commerciales ont été signées avec la plupart d'entre eux. C'est là un acheminement vers ces traités de commerce que nous réclamons et dont la conclusion limiterait pour un certain temps les ambitions yankees ; les occasions pour entamer des négociations préliminaires ne manqueraient certainement pas.

Il est intéressant d'ajouter que notre pays vend annuellement pour plus de 700 millions de francs à l'Amérique tout entière, alors qu'il lui achète pour 800 millions de francs des produits de son sol. Ces chiffres ont leur éloquence.

Nous terminerons en citant cette paraphrase de la doctrine de Munroë, par un journal humouristique yankee : « L'Amérique aux Américains ? », c'est « chacun chez soi et moi chez tous ».

Notre but sera atteint si nous avons réussi, dans cette étude, à appeler l'attention de nos gouvernants sur une situation pleine de menaces pour l'avenir de notre commerce dans cette partie du monde. Espérons que cette situation sera examinée en haut lieu avec toute l'attention qu'elle mérite et que des mesures seront prises en vue de parer aux dangers qu'elle signale.

M. FOCK

Ingénieur civil, à Constantine (Algérie).

LE CHEMIN DE FER DE BISKRA A OUARGLA

— Séance du 14 août 1894 —

Le projet du chemin de fer de Biskra à Ouargla approche de sa réalisation; selon toute probabilité, la déclaration d'utilité publique sera demandée au cours de la prochaine session parlementaire.

La nécessité de pousser le rail jusqu'à Ouargla a été si souvent mise en lumière, qu'il semble au moins inutile de reprendre, devant le Con-

Digitized by Google

grès, ce côté de la question. Ce qui mérite, au contraire, d'être exposé avec quelque développement, c'est qu'il s'agit, en l'espèce, non pas d'une simple extension du réseau algérien existant, mais bien de l'inauguration d'un nouveau système de concession, en matière de voies ferrées, dans l'Afrique française du Nord.

Cette tentative, si elle peut être conduite à bonne fin, aura, en effet, une portée considérable. On commence aujourd'hui à se rendre compte que l'avenir de l'Algérie dépend en grande partie de sa pénétration vers l'intérieur et de ses relations futures avec le Soudan central. Pays essentiellement agricole, elle n'est pas, cependant, en mesure de soutenir, même sur le marché de Marseille, la concurrence des blés indiens et américains. Mais, avec des moyens de transport à bon marché, elle pourra devenir le grenier des régions sahariennes. Dépourvue de charbon et par conséquent d'industrie, la colonie méditerranéenne ne réussira à imprimer à son commerce une impulsion plus vigoureuse, qu'autant qu'elle élargira, dans de fortes proportions, sa sphère d'action économique vers le centre africain. En persistant dans son isolement, elle continuera à végéter, perdue comme une enclave sur la côte septentrionale du continent noir. A prendre, au contraire, le rôle d'intermédiaire entre la France et le bassin du Tchad, à canaliser une fraction notable des courants d'échanges qui vont s'établir entre l'Europe et les grands royaumes soudaniens, l'Algérie aura bientôt acquis la richesse dont ont bénéficié, en tout temps, les villes et les provinces ayant servi d'entrepôt à une partie du commerce du monde ou en ayant eu le transit.

Il saute aux yeux que de pareils desiderata exigent le prolongement vers le sud des voies de communication partant de la mer. Or, depuis quelques années, toute initiative en ce sens a été paralysée par les critiques, très vives et trop souvent fondées, dirigées contre le régime en vigueur pour les Compagnies concessionnaires des chemins de fer algériens. Si, aujourd'hui, on semble vouloir sortir de cette période d'arrêt et d'inaction, en décidant l'exécution du Biskra-Ouargla, c'est que le gouvernement a été saisi, au sujet de cette ligne, de propositions excessivement avantageuses, qui rompent hardiment avec les idées courantes et donnent satisfaction aux principaux griefs formulés.

Tout d'abord, la Société demanderesse abandonne le forfait de construction; la garantie de l'État ne portera que sur la dépense réelle de premier établissement, limitée à un maximum fort modeste. Car enfin, celui-ci ne s'élève qu'à la somme de 65.000 francs par kilomètre, alors qu'en 1883, la Caisse Centrale Populaire avait obtenu une moyenne kilométrique — forfaitaire — de plus de 86.000 francs, laquelle a même été inscrite dans la convention présentée, mais non votée, à la Chambre des députés. Et encore y a-t-il des chances très sérieuses pour que le

Digitized by Google

chiffre indiqué de 65.000 francs ne soit pas complètement atteint. En outre, le taux de la garantie, que l'Ouest-Algérien ne croyait pas, l'année dernière, pouvoir réduire à moins de 4,85 0/0 pour la ligne de Berrouaghia à Boghari, a été abaissé, en ce qui concerne le Biskra-Ouargla, à 4 0/0, amortissement compris. D'où une nouvelle et très sérieuse diminution des charges devant incomber à l'État.

Cependant, toutes ces modifications, si réelles soient les économies qui en découlent, n'offrent qu'un intérêt de second ordre. Le point capital, c'est que la Société demanderesse renonce, sans aucune réserve, au forfait d'exploitation, et s'engage à exploiter, à ses risques et périls, la ligne de Biskra à Ouargla.

Cette innovation, qui sera féconde en d'heureux résultats, fera disparaître les graves défauts dont est entaché le régime actuel des chemins de fer de l'Algérie.

D'une part, elle aura pour résultat de ne laisser subsister aucune incertitude à l'égard des sacrifices annuels du Trésor, qui, tout en étant susceptibles de réductions graduelles, ne pourront jamais dépasser un chiffre égal à celui de 4 0/0, calculé sur le coût réel de la voie ferrée projetée.

D'autre part, la Société sera directement intéressée au développement du trafic, non seulement en vue de couvrir ses frais d'exploitation, mais aussi parce qu'en augmentant davantage ses recettes, elle bénéficiera, en même temps que l'État, des plus-values et excédents disponibles.

D'ailleurs, et afin de ne pas s'exposer à des mécomptes, elle sollicite, à titre de compensation, la concession de 150.000 hectares de terrains domaniaux, situés dans les régions appelées à être desservies par le Biskra-Ouargla. Puis, elle se propose de créer des marchés le long de sa ligne, et de se livrer elle-même au commerce d'échanges avec l'intérieur.

Grâce à cette double combinaison, le projet de la Société revêt un caractère spécial et prend une plus grande envergure; au lieu de se résumer en une simple affaire de chemin de fer, il vise l'ensemble d'une entreprise coloniale. Le railway constituera dès lors le principal moyen d'action de celle-ci; or, en possession d'un outillage aussi puissant, elle se verra à même de donner un vigoureux essor aux transactions dans l'extrême sud, où elle importera les produits de ses terrains et les articles variés fournis par l'industrie française.

Ce n'est pas tout. Les exploitations agricoles, au nord des chotts Melrirh et Rharsa, sur le versant saharien de l'Aurès, deviendront une source de richesse pour les populations indigènes. Incapables de construire des barrages sérieux ou de se résoudre à une initiative quelconque, les tribus nomades, d'ailleurs pauvres et dispersées, se contentent actuellement de parcourir, en quête de nourriture pour leurs troupeaux, les vastes solitudes qui s'étendent de Biskra à la frontière tunisienne, et où l'on ne

Digitized by Google

rencontre des cultures que de loin en loin, aux alentours des oasis. Mais, du moment où la Société procédera à l'aménagement des rivières et des torrents descendant de l'Aurès, elle pourra appliquer, sur une grande échelle, le système des Khammès et mettre à la disposition des cultivateurs indigènes l'eau d'irrigation avec les semences, contre la cession, à titre de redevance, d'une partie des récoltes. Il en résultera bientôt une transformation radicale du pays; les habitants jouiront d'un certain bien-être et, de nomades, deviendront sédentaires. Ce sera là une œuvre dont bénéficieront, chacune de son côté, la colonisation algérienne et la politique gouvernementale vis-à-vis des Arabes.

Les pouvoirs publics ont évidemment le devoir d'encourager une entreprise qui aura une pareille portée au point de vue de l'intérêt général. La charge annuelle à imposer au budget de l'Etat, laquelle est relativement faible, puisqu'en aucun cas elle ne dépassera 800.000 francs, paraît donc entièrement justifiée.

L'ouverture du chemin de fer permettra de développer le commerce avec l'intérieur et d'assurer un débouché aux céréales provenant des exploitations agricoles de la Société. En effet, et une fois le rail arrivé à Ouargla. il sera possible, sur le marché de cette dernière oasis, d'échanger les dattes à égalité contre le blé. Dans ces conditions, tous les indigènes de l'extrême sud achèteront celui-ci et vendront celles-là; or, les habitants du Tell et des Hauts-Plateaux ayant une préférence marquée pour les dattes, l'échange s'effectuera de la manière la plus complète et la plus satisfaisante.

L'ensemble des opérations de la Société tendra ainsi à créer des éléments de trafic pour la voie ferrée. Ou plutôt, comme il ne s'agira pas de faire naître des courants nouveaux, tous les efforts auront pour but de développer ceux qui existent déjà et de les canaliser au profit de la ligne de Biskra à Ouargla. C'est dans cet état de choses que gisent, sous le rapport financier, la force et la vitalité de l'entreprise projetée. Elle part d'une situation pour ainsi dire séculaire; elle n'escompte que des tendances, auxquelles la voie ferrée fournira le moyen de se donner libre carrière. Il est donc permis de dire qu'elle répondra à des besoins latents.

En définitive, la concession du Biskra-Ouargla ouvrira une ère nouvelle dans l'évolution progressive du réseau des voies ferrées algériennes. Pour la première fois, l'établissement d'une ligne de pénétration sera confiée à une Compagnie coloniale, à des conditions très avantageuses en faveur de l'État. Et cette tentative présentera d'autant plus d'intérêt qu'elle se produira, sinon en France même, du moins dans la province africaine, qu'il est d'usage de désigner comme le prolongement de la mère patrie au delà de la Méditerranée. Biskra, du reste, ne se trouve qu'à soixante-dix heures de Paris.

Digitized by Google

MM. BLAISE et SALMIN

à Rouen.

LA PROTECTION DU TRAVAIL INDUSTRIEL

— Séance du 10 août 1894 —

« La nécessité de l'intervention de la loi dans les questions d'hygiène industrielle, dit M. Napias, n'est plus à démontrer. »

Nous ne nous y arrêterons pas. Aussi bien cette intervention a-t-elle été, dès le début, combattue par les arguments les plus spécieux des philosophes et des économistes, livrée aux meilleurs assauts des chefs d'industrie épris, à son occasion, d'un amour inaccoutumé de la « liberté ».

Aux théories les mieux combinées pour soutenir le système du laisser-faire, les partisans de la réglementation paraissent s'être bornés à opposer des exemples et des faits, à porter la lumière sur les abus ; plus tard, ils ont comparé les résultats obtenus par l'intervention de l'État dans les premiers pays qui l'avaient admise avec ceux de cette « liberté du travail » tant vantée chez leurs voisins. Ils ont montré, d'un côté, l'instruction, la moralisation des populations ouvrières succédant aux anciennes périodes de dépérissement ; de l'autre, ils ont signalé l'abrutissement et l'étiolement profond des races, le rachitisme si positivement constaté par les conseils de revision militaires. Ils ont tiré leurs arguments du démenti formel donné par l'expérience aux principes jadis admis.

En fait, ils ont triomphé partout où ils ont livré bataille ; et, dans toutes les nations industrielles, l'État est intervenu à des degrés divers et sous des formes variées, pour régler les conditions du travail.

En France, cette intervention s'est manifestée pour la première fois par la loi du 23 mars 1841 sur le travail des enfants, puis par la loi du 9 septembre 1848 relative aux heures de travail dans les usines et manufactures, et celle du 4 mars 1851 relative aux contrats d'apprentissage.

Puis est venue la loi du 19 mai 1874, aujourd'hui remplacée par la loi du 2 novembre 1892.

C'est de ces dernières lois que nous allons nous occuper.

Digitized by Google

COMPARAISON DE LA LOI DU 2 NOVEMBRE 1892
AVEC LA LOI DU 19 MAI 1874

Progrès accomplis. — Difficultés d'application. — Motifs de revision de la loi de 1892. — Loi future. — Desiderata et réformes.

Il ne nous appartient pas de faire l'éloge ni la critique des lois; mais il nous est permis de mesurer et le chemin qu'elles ont accompli, et le chemin qu'il leur reste à parcourir sur la route des progrès possibles, d'énumérer leurs points délicats et difficiles d'application, de constater les obstacles qu'a rencontrés leur exécution.

En 1874 avait commencé, par la création de l'inspectorat, l'application effective des lois protectrices. Le nombre des inspecteurs était malheureusement limité ; la plupart des départements restèrent sans inspecteurs départementaux; on sait quels résultats négatifs avaient donné les commissions locales. La surveillance était donc incomplète : un grand nombre d'établissements, de petits ateliers surtout, n'ont encore jamais reçu la visite d'un inspecteur.

Peu rigoureuse dans ses dispositions, appliquée avec une modération extrême, la loi de 1874 ne paraît pas avoir rencontré de résistances insurmontables.

(Toutefois l'observation du demi-temps, la fréquentation scolaire, la discordance avec la loi sur l'instruction obligatoire ont été une source d'embarras pour l'inspection.)

Il faut bien avouer cependant que si les difficultés ont été peu nombreuses, cela tient à l'insuffisance des textes qui n'ont accordé à l'hygiène de l'enfance que des satisfactions bien incomplètes. La protection ne s'étendant qu'aux enfants âgés de moins de seize ans ; l'âge d'admission fixé à douze et même à dix ans, la durée du travail à douze heures ; la restriction de l'interdiction du travail de nuit pour les filles mineures aux usines et manufactures seulement ; la possibilité d'abaisser la peine à une amende dérisoire, étaient autant de causes qui appelaient un nouvel effort, une législation plus étroite et plus forte.

La loi du 2 novembre 1892 est née de cette situation.

Elle entre dans le vif de la question. Elle s'applique aux enfants jusqu'à dix-huit ans et aux femmes ; elle limite à dix ou onze heures (durée dépassée bien plus souvent que celle de douze heures) la durée du travail ; elle étend à tous les travailleurs protégés l'interdiction du travail de nuit et l'obligation du repos hebdomadaire ; elle réorganise le service de l'inspection, etc., changements profonds, innovations sérieuses qui marquent

Digitized by Google

le point de départ d'une ère de protection énergique. Les nombreuses exceptions qui s'y sont glissées, notamment en ce qui concerne le travail de nuit pour les femmes, gardent l'empreinte des multiples questions secondaires qui ont été soulevées. (Encore les règlements auxquels ces exceptions ont donné naissance sont-ils l'objet de vives récriminations : ils fixent, par exemple, les tolérances à des époques qui ne correspondent point aux besoins de l'industrie dans toute la France, ils passent sous silence un certain nombre d'industries de saison, etc. L'expérience permettra d'apprécier la valeur de ces plaintes. Il n'y aura d'ailleurs à faire là que des modifications de détail.)

Mais on a pu reprocher à cette loi une grande imperfection : c'est le défaut d'unification des heures de travail, dont M. Bouquet, en 1892, signalait déjà les inconvénients.

Inspirée par le désir logique d'établir des limites différentes suivant les forces différentes de chaque travailleur, cette disposition, qui d'ailleurs n'a dû le jour qu'au désaccord des deux Chambres, est d'une observation très difficile et a risqué de compromettre la loi elle-même. De l'avis de tous, elle semble déjà nécessiter une législation nouvelle.

Résultat d'une lutte passionnée qui a duré treize ans, acceptée comme pis-aller de la part des uns, comme concession de la part des autres, la loi du 2 novembre 1892 ne doit être considérée que comme une loi de transition.

Déjà, de nouveaux projets ont été présentés au Parlement, déjà le Sénat a adopté en première lecture une proposition de M. Maxime Lecomte, fixant à onze heures la durée de la journée de travail pour les enfants et les femmes dans les établissements industriels et pour tous les ouvriers dans les usines et manufactures.

Ainsi se trouve enfin soulevée la question de la limitation du travail des adultes, si longtemps réservée.

Le législateur paraît disposé à écarter définitivement les objections de principe. Il admettra sans doute que ce n'est pas apporter une entrave à la liberté du travail, ni modifier les conditions d'égalité du « contrat », que de sauvegarder de gré ou de force la santé et l'hygiène de l'ouvrier en fixant la durée et les conditions de son travail. Il semble s'être prononcé dans ce sens en édictant les autres mesures de sécurité et de salubrité par la loi du 12 juin 1893 ; d'ailleurs n'a-t-il pas déjà « violé » cette « liberté » qu'avait l'ouvrier, père de famille, d'envoyer à l'usine travailler quinze heures son enfant de sept ans ?

Les prédictions pessimistes, les arguments tirés des intérêts de l'industrie ne porteront plus ; l'expérience en a fait justice. Ils ne sauraient, du reste, prévaloir contre l'intérêt général, contre la nécessité de conserver une nation forte et bien portante.

Digitized by Google

« Il est certain, en effet, dit M. Maxime Lecomte, que des industriels peuvent encore arriver facilement à faire travailler les hommes douze heures et trouvent des avantages à l'augmentation de production qu'ils obtiennent ainsi. Ces avantages ne peuvent être mis en balance avec le bienfait considérable pour l'industrie en général, pour la famille ouvrière, pour le relèvement même de la race, que réaliserait une législation plus humaine, universellement pratiquée, respectée par la bonne entente des uns et des autres, sans diminution sensible de la production et sans réduction des salaires. »

LOI DU 12 JUIN 1893

Les lois que nous venons d'examiner ont prescrit des précautions relatives à la sécurité et à la salubrité, mais elles ne s'appliquent pas à tous les ouvriers; ce ne sont pas des lois générales permettant d'intervenir au nom de l'hygiène dans tous les établissements industriels. Elles ont d'ailleurs cet inconvénient qu'elles laissent au patron la possibilité de les éluder en se débarrassant des enfants et des femmes.

Les questions de sécurité et de salubrité paraissent n'avoir que très tard été mises à l'ordre du jour. Nous en exceptons celles qui concernent la salubrité extérieure : éloigner les établissements insalubres des habitations, garantir les propriétaires du voisinage contre les désagréments et les dommages que pouvaient leur causer certaines industries, a tout de suite paru légitime à un assez grand nombre de gens pour qu'on pût facilement faire accepter une réglementation à ce sujet.

Il est même intéressant de constater que chez quelques nations, en France et en Belgique notamment, ç'a été la première et longtemps la seule préoccupation du législateur. On éloignait la fabrique ou l'usine, mais on se gardait bien de pénétrer à l'intérieur. Tant pis pour l'ouvrier qui s'aventurait à y travailler; n'était-il pas libre de ne pas y entrer ?

C'était bien, en effet, de son plein gré qu'il entrait dans cette légendaire fabrique de céruse « où la vie moyenne était de deux ans ! »

Le décret du 15 octobre 1810, le premier qui réglemente d'une façon générale l'industrie française, n'avait d'autre but que de « protéger les intérêts des habitants qui demeurent aux environs d'une usine » et, malgré quelques essais d'interprétation dans le sens de la salubrité intérieure, le Comité des Arts et Manufactures, consulté, décida un jour « qu'on ne saurait étendre les effets de ce décret par voie d'interprétation jusqu'à assurer la protection de la santé des ouvriers ».

On peut dire qu'en France la salubrité et la sécurité des établissements industriels en sont restées là jusqu'en 1893 !

Digitized by Google

La plupart des nations ont montré une indifférence moins profonde et de moins longue durée.

L'honneur d'avoir présenté, pour la première fois en France, une proposition concernant l'hygiène et la sécurité du travail revient à M. Félix Faure (11 novembre 1882).

Cette proposition fut reprise, avec des modifications et des développements successifs, par MM. Maurice Rouvier (29 décembre 1885), Édouard Lockroy, alors ministre du Commerce et de l'Industrie (13 janvier 1887).

Enfin, un nouveau projet fut déposé, le 5 juin 1890, par M. J. Roche, ministre du Commerce et de l'Industrie. C'est ce projet qui a fini par aboutir à la loi actuelle.

La loi a pour but les mesures préventives. Il ne s'agit point ici d'assurer aux victimes des accidents une réparation, comme permet déjà de le faire l'article 1382 du Code civil, auquel une loi actuellement à l'étude apportera bientôt les compléments depuis longtemps réclamés.

« Sans doute, dit M. Ricard, les accidents du travail doivent être équitablement réparés. Une législation qui n'assurerait pas à la victime l'indemnité à laquelle elle a droit serait évidemment incomplète . . .

. . . . . .

» Mais si l'application des mesures réparatrices s'impose comme une œuvre de justice, l'organisation des mesures préventives aura des effets plus utiles encore. Amener la diminution du nombre des accidents est un souci plus haut que celui qui consisterait uniquement à indemniser les victimes, car alors il ne s'agit pas seulement de réparer des dommages et de soulager les infortunes, il s'agit d'économiser la vie et de protéger la santé des travailleurs. »

RÉSUMÉ DE LA LOI

Article premier. — Tous les établissements industriels sont soumis à la loi, ainsi que leurs dépendances. Comme dans la loi du 2 novembre 1892 on en excepte les établissements « où ne sont employés que les membres de la famille sous l'autorité, soit du père, soit de la mère, soit du tuteur ». Encore ces derniers sont-ils soumis aux mesures de salubrité et de sécurité dans le cas où le travail s'y fait à l'aide de chaudière à vapeur ou de moteur mécanique, ou si l'industrie est classée au nombre des établissements dangereux ou insalubres.

Art. 2, 3. — La loi prescrit des mesures de propreté, de salubrité, de sécurité. Elle en énumère quelques-unes, mais laisse à des règlements d'administration publique le soin de préciser.

Les mesures de sécurité seules sont applicables « aux théâtres, cirques, magasins et autres établissements similaires où il est fait emploi d'appareils mécaniques ».

Art. 4, 5, 6, 10. — L'exécution de la loi est confiée aux inspecteurs du travail. Cette nouvelle charge concorde bien avec leurs autres fonctions; ils n'auront

Digitized by Google

qu'à étendre leur surveillance aux établissements nouvellement visés et à faire des rapports spéciaux sur l'application de la loi présente.

Mais la façon de procéder en cas de contravention est spécifiée d'une façon plus précise et fournit plus de garanties.

Avant de dresser procès-verbal, l'inspecteur met le chef d'industrie en demeure « par écrit sur le registre de l'usine » de se conformer aux prescriptions des règlements. Celui-ci peut adresser une réclamation au ministre du Commerce et de l'Industrie. Le ministre peut, après avis conforme du Comité des Arts et Manufactures, accorder un délai qui ne dépassera jamais dix-huit mois. Il notifie sa décision à l'industriel et à l'inspecteur.

Art. 7, 8, 9. — Les pénalités sont : une amende de 5 à 15 francs par chaque contravention avec maximum de 200 francs, et, en cas de récidive, une amende de 50 à 500 francs avec maximum de 2.000 francs.

Mais elles se trouvent singulièrement aggravées par l'article 8, ainsi conçu :

Art. 8. — Si, après une condamnation prononcée en vertu de l'article précédent, les mesures de sécurité ou de salubrité imposées par la présente loi ou par les règlements d'administration publique n'ont pas été exécutées dans le délai fixé par le jugement qui a prononcé la condamnation, l'affaire est, sur un nouveau procès-verbal, portée devant le tribunal correctionnel qui peut, après une nouvelle mise en demeure restée sans résultat, ordonner la fermeture de l'établissement.

Le jugement sera susceptible d'appel ; la Cour statuera d'urgence.

L'importance de cette disposition sévère et très justifiée n'échappe à personne. Les premiers projets attribuaient au préfet ce droit de fermeture qu'il avait déjà sur les mines et que le décret de 1810 lui conférait aussi, à un point de vue différent, sur les établissements insalubres.

On pensa cependant avec raison qu'il fallait donner à l'exécution de la loi des garanties absolues d'impartialité. La fermeture fut donc subordonnée à une condamnation préalable non suivie des modifications ordonnées dans le délai accordé ; de plus, l'industriel aurait pu se pourvoir devant le Conseil d'État. Finalement, la garantie de l'autorité judiciaire a été considérée comme la plus indiscutable.

Art. 11. — La déclaration des accidents est exigée dans les conditions et dans la forme déjà déterminées par la loi du 2 novembre 1892 pour le cas particulier qu'elle visait.

Art. 12. — L'obstacle à l'accomplissement des devoirs d'un inspecteur reste puni des mêmes peines qu'il l'était par la loi du 2 novembre. Mais l'article 12 ajoute explicitement que les dispositions du code pénal qui prévoient et répriment les actes de résistance, les outrages et les violences contre les officiers de la police judiciaire sont applicables.

DÉCRET DU 10 MARS 1894

Le décret du 10 mars 1894, rendu pour l'exécution de la loi du 12 juin 1893, se divise en deux parties, dont la première concerne la salubrité et la seconde la sécurité.

Digitized by Google

1° MESURES CONCERNANT LA SALUBRITÉ

ARTICLE PREMIER. — L'article premier prescrit les mesures de propreté et en particulier le nettoyage journalier du sol, qui ne devra jamais être fait pendant le travail.

ART. 2. — L'article 2 précise et renforce ces prescriptions pour les locaux où l'on travaille des matières organiques altérables.

ART. 3. — L'atmosphère de l'atelier doit être à l'abri de toute cause d'infection. Les ouvriers appelés à travailler dans les locaux ou appareils pouvant contenir des gaz délétères ne pourront le faire qu'après une ventilation préalable, et ils devront être munis d'une ceinture de sûreté.

ART. 4. — Dispositions relatives aux cabinets d'aisances et aux puits absorbants.

Aucun puits absorbant ne pourra être établi sans autorisation de l'Administration supérieure.

Les dispositions relatives aux cabinets d'aisances semblent devoir exiger d'un seul coup un progrès considérable sur ce qui existe à l'heure actuelle. A tous les systèmes, plus ou moins malpropres et insalubres, elles substituent celui des cuvettes à inflexion siphoïde, qui est aujourd'hui le dernier mot de l'hygiène. Ce serait une mesure de salubrité vraiment efficace, s'il n'était à craindre que la négligence du personnel ouvrier ne l'éludât.

On n'a pas cru devoir s'arrêter aux changements qui devront être apportés, du fait de ces prescriptions, aux établissements déjà existants. L'installation des cabinets d'aisances peut, dans certains cas, amener des modifications qui portent sur le gros œuvre d'une usine ou d'un atelier. L'agrandissement des fosses d'aisances nécessité par le nouveau système dans les localités où le tout à l'égout n'existe pas peut occasionner une grande dépense... et encore, la fosse d'aisances ne s'accorde guère avec le système du siphon. N'est-ce pas exiger le tout à l'égout ?

ART. 5, 6. — Les articles 5 et 6 contiennent les dispositions relatives à la ventilation et à la préservation des gaz et poussières dans une forme qui répond aux desiderata des hygiénistes (6 mètres cubes d'air par ouvrier, hottes, ventilation aspirante pour les meules, ventilation per descensum pour gaz lourds, pulvérisation des matières toxiques en appareils clos...)

ART. 8, 9. — Les ateliers devront être évacués pour les repas et ventilés pendant ce temps.

« Les patrons mettront à la disposition de leur personnel les moyens d'assurer la propreté individuelle, vestiaires avec lavabos, ainsi que l'eau de bonne qualité pour la boisson. »

L'obligation où peuvent se trouver certains chefs d'industrie de construire des locaux spéciaux pour les repas constitue encore une grosse difficulté pratique.

2° MESURES CONCERNANT LA SÉCURITÉ

Les mesures de sécurité prescrites comprennent :

ART. 10, 11. — 1° La disposition du local où se fait le travail, l'isolation des moteurs, l'installation des barrières, rampes ou garde-corps, les précautions particulières aux monte-charges.

Digitized by Google

De plus, « les passages entre les machines, mécanismes, outils mus par ces moteurs, auront une largeur d'au moins 80 centimètres; le sol des intervalles sera nivelé ». C'est, on le voit, le remaniement complet de l'établissement qui peut être exigé dans certains cas.

Art. 12, 17. — 2° Les garanties contre les pièces dangereuses des machines, le maniement des courroies. (Les machines et conducteurs électriques sont l'objet d'un article spécial.)

Art. 13, 14, 15, 18. — 3° Les précautions à prendre dans le fonctionnement de l'usine, concernant la mise en train et l'arrêt des machines, leur nettoyage, les vêtements des ouvriers qui ont à se tenir près des machines.

Art. 16. — 4° Les facilités d'évacuation en cas d'incendie :

Les portes doivent s'ouvrir de dedans en dehors; les passages et escaliers doivent être suffisamment larges.

« Dans les ateliers occupant plusieurs étages, la construction d'un escalier incombustible pourra, si la sécurité l'exige, être prescrite par une décision du ministre du Commerce, après avis du Comité des Arts et Manufactures.

Toutes ces exigences peuvent paraître excessives au premier abord, parce qu'elles ne laissent pas place à l'imperfection et expriment ce qui doit être, sans tenir compte de ce qui existe.

En elles-mêmes, cependant, elles sont simplement justes.

« ... Les prescriptions dont nous proposons l'insertion dans ce règlement, dit M. Napias dans son rapport. ne sont pas toujours aussi sévères que celles que les Sociétés privées contre les accidents du travail imposent à leurs adhérents et qui sont parfaitement obéies.

» La Société Rouennaise (Association normande pour prévenir les accidents du travail) étend aujourd'hui son action sur plus de cent vingt usines, occupant ensemble plus de cinquante mille ouvriers. L'Association des Industriels de France, dont l'action se fait sentir dans trente-neuf départements, a maintenant plus de quatorze cents établissements protégés, ainsi que plus de cent soixante-dix mille ouvriers.

» Ces seuls chiffres montrent que plus de quinze cents industriels de notre pays, antérieurement à la loi, avaient compris la nécessité des mesures de sécurité, et qu'ils sont disposés à accepter des prescriptions relatives à l'hygiène de leurs ouvriers. Il n'est pas sans intérêt de le constater ici pour répondre d'avance à cet argument qui attend toutes les lois et tous les règlements: que ces lois et règlements ne sont pas applicables.

» Dans l'espèce, la preuve est faite, l'application existe; on peut dire que la loi était entrée en fonctionnement avant d'avoir été votée; si cette loi était nécessaire et s'il faut la compléter par des règlements, c'est qu'à côté de ces quinze cents industriels soucieux de l'hygiène et en tous cas de la sécurité de leur personnel, presque tous les autres restaient indifférents à ces questions si importantes et qui ont si justement occupé le législateur. »

Digitized by Google

Mais si la loi et le règlement n'ont rien d'exagéré en eux-mêmes, si nous devons reconnaître que leur exécution est possible, qu'elle doit même être exigée intégralement, c'est à la condition qu'ils n'aient pas, pour ainsi dire, un effet rétroactif.

Expliquons-nous : l'application stricte de certains articles, que nous avons signalés au passage comme pouvant nécessiter des modifications importantes dans les établissements déjà existants, peut devenir excessivement onéreuse pour ceux-ci.

Dans son ensemble, le règlement représente les meilleures conditions d'une industrie dans l'état actuel de la science. Approprier à ces conditions un local de construction ancienne est toujours difficile, souvent réellement impossible.

L'établissement d'escaliers incombustibles, l'obligation éventuelle de construire des locaux spéciaux pour les repas peuvent devenir parfois une source de dépenses excessives; mais que dire de la nécessité de laisser entre les machines des passages de 80 centimètres? Là où cet écartement n'existe pas, cela peut équivaloir à la démolition complète de l'usine ou à sa fermeture. (Nous n'insistons pas sur la disposition relative aux cabinets d'aisances dont l'observation ne dépend pas uniquement des chefs d'industrie et qui semble devoir exiger des villes des travaux d'assainissement considérables.)

Au contraire, lors de l'installation d'une industrie, rien n'est plus facile que d'obtenir l'observation de la loi. Ne pourrait-on subordonner, comme dans certains pays (la Russie, l'Autriche, la Norvège, par exemple), l'ouverture de l'établissement à une autorisation préalable, soit de l'inspecteur, soit de l'administration, généraliser la disposition qui a été prise dans la présente loi relativement aux puits absorbants, mais en y ajoutant un avis de l'administration à l'inspecteur?

Les plans autorisés seraient communiqués à celui-ci qui vérifierait leur exécution; comme cela est réglé par la loi autrichienne.

Il serait facile aussi d'exiger du constructeur, comme cela a lieu en Danemark, qu'il ne fournisse ses machines que munies des appareils de préservation.

Dans le cas d'une industrie déjà existante, ne pourrait-on accorder quelques tolérances temporaires, et qui seraient toujours révocables à la suite d'un danger constaté? On assurerait provisoirement la sécurité et la salubrité dans la limite du possible, et l'on procéderait avec ces industries comme le fait l'administration à l'égard des maisons frappées d'alignement.

Quoi qu'il en soit, toutes ces prescriptions constituent, dès à présent, des armes excellentes aux mains d'une inspection peu disposée à en abuser; c'est la sollicitude qui succède à l'inconcevable négligence qui a régné

Digitized by Google

pendant un siècle; c'est l'avènement d'une réglementation considérée non plus comme une mesure d'exception, comme une nécessité temporaire, comme un pis aller; mais comme un principe général, comme un facteur de la vitalité nationale, comme une forme de la justice.

Nous avons vu successivement la protection s'étendre des enfants aux jeunes gens et aux femmes, des femmes aux hommes adultes; bientôt, sans doute, une réglementation homogène s'appliquera à tous; bientôt aussi des lois sur la responsabilité des accidents, sur l'interdiction du travail industriel aux accouchées, sur les règlements d'atelier viendront compléter le code du travail et apporter des éléments indispensables à la vigueur et à la prospérité de la race.

M. NOTTELLE

à Paris.

LE PROTECTIONNISME

— Séance du 10 août 1894 —

In vero justum.

L'an dernier, à Besançon, M. Fleury a fait une très remarquable communication sur les traités de commerce, à laquelle j'apportai d'abord cette observation : « Les traités de commerce, instruments de transition, ne redeviendront possibles avec les avantages que M. Fleury a brillamment énumérés, que quand les peuples, aujourd'hui ardents protectionnistes, s'orienteront à nouveau vers la liberté des échanges, disposés à y marcher avec la sagesse et la mesure que commandent les intérêts engagés. » Je conclus ensuite en quelques mots : que l'apologie des traités de commerce justifiait la campagne contre le protectionnisme que, depuis 1868, j'ai poursuivie un peu partout, notamment à nos Congrès de Lille (1874), du Havre (1877), de Grenoble (1885), de Paris (1878 et 1889), de Limoges (1890), de Marseille (1891) et de Besançon (1893). Et le protectionnisme monte toujours !

Enfin, aujourd'hui, ses effets se révèlent de tous côtés, et l'opinion commence à s'en émouvoir. Peut-être, en redoublant d'énergie et de persévérance, pourra-t-on la fixer sur la vérité salutaire qu'elle méconnaît.

Digitized by Google

Le but de la présente étude est d'apporter un appoint à cette propagande nécessaire.

Victor Hugo a écrit quelque part ces deux vers :

> Rome avait trop de gloire. O Dieux, vous la punites
> Par le triomphe énorme et lâche des Samnites.

On peut dire aujourd'hui avec au moins autant de justesse : Notre civilisation moderne s'arrogeait trop de gloire ; les fatalités de la justice immanente l'ont punie par le protectionnisme.

La citation a, d'ailleurs, pour moi l'avantage d'indiquer le large terrain sur lequel je suis placé par le sujet même.

Par un coup d'œil d'ensemble sur la civilisation actuelle, on s'aperçoit qu'elle est caractérisée par cet étrange phénomène, inouï dans l'histoire : la dualité. Il y a en réalité deux civilisations évoluant ensemble, concourant toutes deux à la direction des rapports sociaux, bien qu'opposées dans la pratique des choses et moralement distancées par une longue série de siècles. L'une, s'épanouissant au souffle du génie moderne par les incomparables progrès des sciences, des arts, des industries créatrices ; l'autre, s'inspirant à nouveau aux traditions rétrogrades, refoulant la société vers les pratiques et l'état mental des âges d'ignorance.

L'une, en organisant la collaboration des peuples par la réduction des distances et la suppression des obstacles naturels qui les séparaient, en répartissant ainsi entre tous ces énormes richesses de toute nature qu'elle produit avec une rapidité vertigineuse, serait en mesure dès aujourd'hui de réaliser le grand desideratum humain : ne pas laisser sur la surface civilisée un seul besoin légitime en souffrance. L'autre organise, au contraire, l'embrigadement de toutes les populations viriles en vue, le cas échéant, de les jeter en bloc sur les champs de carnage, restaurant ainsi les procédés civilisateurs des migrations préhistoriques ou des grandes invasions du ve siècle ; et, comme pour rendre inévitables les mêlées sanglantes, elle a déjà placé les peuples en pleine guerre économique, et ne cesse d'attiser leurs haines mutuelles par les restrictions croissantes à leurs commerces nécessaires.

Or, Messieurs, cet état de la société divisée contre elle-même, dont nous voyons tous les jours les inquiétantes manifestations se multiplier et grandir, a été créé et se complète par le protectionnisme qui dans la marche du progrès est un contre-sens social. En effet, la civilisation vraiment moderne est l'œuvre de ce mouvement spontané des peuples, commencé il y a un siècle, et jusqu'en ces derniers temps n'ayant cessé de grandir sous l'impulsion des intérêts privés convergeant chacun vers la solidarité profitable à tous. La civilisation opposée, celle qui regarde en arrière, se confond avec la politique ; de sorte qu'il y a de nos jours scission entre

Digitized by Google

la politique et le mouvement spontané des peuples. Tout en lui faisant remonter le cours des âges, le protectionnisme apporte à la politique le moyen d'assurer et d'accroître indéfiniment sa prépondérance. La science politique, selon Machiavel, consistait dans le choix des moyens, honnêtes ou non, de favoriser et garantir les intérêts, plus ou moins légitimes, des gouvernants: et le protectionnisme, c'est le Machiavélisme économique.

Ici, pourtant, semble se présenter une objection sérieuse. Dans les États proclamés démocratiques, la politique reçoit l'impulsion des représentants du pays. Mais pour donner valeur à cette objection, il faut méconnaître la puissance aveuglante des néo-préjugés enfantés par les passions et les erreurs de l'époque. Grâce à eux, la politique, à mesure qu'elle sentait les droits conquis par les peuples entamer son omnipotence, l'a restaurée et consolidée par l'omnigérance. Le protectionnisme, par l'appât de sa formule séduisante : *protection du travail national*, ayant fait accepter son dogme : *manipulation par l'État de la grande fonction industrielle et commerciale*, qui est essentiellement la vie privée des peuples, offrait l'irrésistible moyen de cette nouvelle évolution.

Chez nous, la pénétration dans les masses industrielles en a été singulièrement favorisée par ce trait de notre caractère gaulois : le trop grand amour des privilèges. Voici, à cet égard, un tout petit fait, mais typique, et qui en dit long.

Une circonscription électorale à Paris est un des grands centres des petites et moyennes industries d'exportation. Aux dernières élections, me trouvant avec le député sortant reporté candidat, il me dit : J'ai beaucoup de chances, car j'ai très bien défendu les intérêts industriels de mes commettants, Ainsi, par exemple, j'ai obtenu satisfaction pour un fabricant d'albums et portefeuilles qui se plaignait avec raison que, payant des droits sur les peaux maroquinées, sa matière première, il subissait une concurrence ruineuse par l'entrée en franchise des produits similaires aux siens ! — Bravo, lui dis-je, vous avez sans doute demandé et obtenu la même franchise pour ses maroquins. — Oh ! non pas, exclama-t-il, la salutaire protection, qu'en feriez-vous donc ? J'ai fait voter de bons droits sur les albums et portefeuilles, et mon électeur en a été enchanté.

Et voilà comme quoi le portefeuilliste et les autres industriels de la circonscription, sans songer le moins du monde aux troubles que les droits de douane jettent dans leurs industries, ni aux représailles par lesquelles on leur ferme de plus en plus les marchés d'exportation, mais l'amour-propre agréablement chatouillé d'avoir été l'objet d'un privilège spécial à leur industrie, ont renvoyé leur député continuer à la Chambre son intelligente besogne.

Au point de vue économique, c'est dans cet esprit que se sont faites à peu près partout nos dernières élections. On s'explique par là comment

Digitized by Google

se produit l'action reflexe du protectionnisme poussant l'État à élargir encore le champ de son ingérance, et de l'État utilisant l'extension de son pouvoir pour vaincre les dernières résistances et élever le protectionnisme à sa plus haute puissance.

*
* *

Le protectionnisme est en intime connexité avec la guerre. Je sens que j'aborde ici une question fort délicate. Mais en ne s'inspirant que de la vérité et de la justice, on peut, je crois, juger le rôle social de la guerre à notre époque sans altérer les sentiments sympathiques que méritent les citoyens qui en exercent la fonction en payant de leur personne : ils accomplissent un devoir toujours anobli par l'affrontement de la mort.

Or, la guerre, qui avait sa raison d'être dans l'antiquité comme pourvoyeuse d'esclaves, et sous la féodalité et les monarchies absolues comme moyen, pour les gouvernants, de conserver ou d'accroître ce qu'ils appelaient leur patrimoine, n'a plus d'excuse depuis qu'on a proclamé et reconnu que les peuples s'appartiennent ; et la conquête, sa conséquence logique, viole et nie le droit humain en arrachant à leur patrie, pour les adjuger au vainqueur comme un bétail inconscient, des populations libres, à qui l'on attribue même la souveraineté.

Le protectionnisme, en substituant dans les rapports internationaux, à la solidarité, conséquence des conditions modernes, l'opposition factice des intérêts, conserve le caractère faux de fonction normale à la guerre, et il en prépare les conflits en exaspérant cette opposition. A la séance solennelle de l'Académie française, novembre 1878, le grand discours contenait ceci : « *Adieu! à ces murailles de la Chine, derrière lesquelles on parquait les nations pour les diviser et leur apprendre à se haïr mutuellement!* » Hélas ! l'éminent orateur, comme je l'ai fait observer alors, prenait trop ses inspirations généreuses pour la réalité ! Loin de démolir ces murailles, on y charriait de nouveaux matériaux ; et c'est avec effroi qu'on en admire aujourd'hui la hauteur et la solidité.

Entre le protectionnisme et la guerre, la connexité est telle que, suivant les circonstances, ils deviennent l'un pour l'autre effet ou cause.

Les guerres du premier empire avaient conduit au protectionnisme prohibitif ; celui-ci, à son tour, devint la cause ou tout au moins le prétexte déterminant de la lugubre campagne de 1812. On l'a vu, en 1862, s'établir dans la grande république transatlantique au prix d'une effroyable guerre civile. L'abolition de l'esclavage était l'excuse à l'adresse des naïfs. Les Américains du Nord nous donnent encore la mesure de leur respect pour la dignité humaine, en refusant à l'homme de couleur, quelles que soient sa situation et son honorabilité, le droit de s'asseoir à

Digitized by Google

leur côté dans une voiture publique. La guerre de sécession a été le prologue obligé de leur implacable protectionnisme; et l'épilogue, nous venons de le voir poindre sous la forme d'un commencement de guerre sociale.

La répression efficace ne faisait aucun doute; mais pour les Américains, la cause restant la même, l'avenir n'est rien moins qu'assuré. Leur protectionnisme continue à compléter son œuvre : la constitution d'une aristocratie d'argent formidablement riche, au milieu de classes non possédantes, poussées peu à peu à l'intolérable misère par l'enchérissement progressif de presque tous les objets de première nécessité.

***

Ah! si les peuples européens voulaient puiser là un salutaire enseignement! Car l'appauvrissement populaire se produit aussi chez eux, bien que moins intensif, il est vrai, surtout en France, Dieu merci! et nous verrons tout à l'heure pourquoi. Il est néanmoins suffisant partout pour troubler profondément l'équilibre des conditions sociales et rendre impossible la solution de la terrible et menaçante question ouvrière.

Aussi compromise par ceux qui s'en servent comme d'une réclame à popularité que par ceux qui, en la repoussant, se font accepter comme les défenseurs de l'ordre, cette solution est pourtant bien simple; elle n'exigerait, de part et d'autre, que du bon sens et de l'équité.

Les ouvriers, par leur travail, même quand il est le plus humble, concourent évidemment à l'augmentation de la richesse générale. Évidemment aussi, ils ont le droit d'en recueillir en accroissement de bien-être la part proportionnelle à leur fonction; et, sans qu'on ait à créer en faveur de quelques-uns des privilèges spéciaux qui ne font qu'étendre l'iniquité, l'acte de justice s'accomplirait spontanément pour tous, si le protectionnisme, directement ou par voie de conséquence, n'y apportait un invincible obstacle. C'est là certainement son action la plus grave, et pour nous rendre compte du mécanisme par lequel il la produit, voyons-le manœuvrer sur son terrain spécial.

***

Il y a en lui le côté protecteur et le côté fiscal. Par ce dernier, en ne s'appliquant qu'aux denrées dont nous ne produisons pas les similaires, il s'ajoute simplement aux impôts de consommation, dont il partage les bonnes et surtout les mauvaises qualités. Par le côté dit protecteur, il est aussi un impôt pesant sur les consommateurs, mais plus péniblement encore sur les industriels dont les produits taxés sont la matière première.

Digitized by Google

Le texte même de la loi sur la marine marchande nous le dit officiellement : « *En compensation des charges que les tarifs de douane imposent aux constructeurs de bâtiments de mer, il leur est attribué les allocations suivantes : 60.000 francs par 1.000 tonneaux de jauge brut, puis*, etc. » Si, comme l'exigerait la justice élémentaire, on allouait aussi compensation proportionnelle à chacune de nos industries victimes du préjudice douanier, on aurait le chiffre exact de ce que coûte à notre pays la salutaire protection.

Par le côté protecteur, les taxes de douane sont, proportionnellement aux charges qu'elles créent, l'impôt le plus improductif pour le Trésor. Celui-ci n'encaisse, en effet, que les taxes afférentes aux produits traversant la frontière ; mais comme sur notre marché elles enchérissent d'autant nos similaires indigènes, nos consommateurs et nos industriels paient en totalité les taxes sur les uns et sur les autres.

Prenons deux exemples pour mieux saisir la chose. En 1890, notre consommation de houille a été de 36.653.000 tonnes, dont 10.629.370 importées à raison de 1 fr. 20 ont donné au fisc 12.755.244 francs ; 1 fr. 20 d'enchérissement sur la consommation générale a coûté au pays 43.983.600 francs. La différence : 31.228.356 francs, n'a pu aller qu'aux Compagnies houillères, qui n'avaient pas besoin de cet impôt, levé à leur profit sur leurs concitoyens, pour doubler, décupler et, en certains cas, centupler la valeur de leurs actions.

En 1891, nous avons consommé en céréales : froment, orge et méteil, 115.269.807 quintaux, dont 12.992.794 tirés de l'étranger.

Je n'ai pas trouvé de statistique plus récente. Mais comme la consommation totale n'a pu sensiblement varier, tandis que la quantité importée a très probablement subi une réduction notable par suite de nos meilleures récoltes et de l'élévation de la taxe douanière, leur proportion modifiée ne peut que rendre plus onéreux le préjudice relatif causé au trésor public. Or, à raison de 7 francs par quintal, l'État recueillerait seulement 90.992.558 francs, et la charge pesant sur nos mangeurs de pain serait de 806.880.649 francs. La somme de 715.896.091 francs, qui balance les deux précédentes, est énorme, on le voit. Qui ou quels en sont les bénéficiaires ? Nous le chercherons tout à l'heure. La moralité en ressortira mieux quand nous aurons achevé de mettre sous leur vrai jour les charges véritablement inhumaines que le protectionnisme fait peser sur les masses ouvrières et l'influence dépravante qu'il s'efforce d'exercer sur l'intelligence sociale.

D'abord, les ouvriers, en tant que consommateurs, paient les taxes douanières sur les denrées et produits exotiques et sur les similaires indigènes enchéris par ces taxes.

Ce qui est plus grave, comme ouvriers, *par une loi de déversion inéluc-*

Digitized by Google

table, ils paient en réduction de salaires les droits établis sur tous les objets indigènes ou exotiques employés comme matière première par leurs industries.

Pour compléter, à mesure que leurs charges s'alourdissent, leurs chômages se multiplient par la décroissance de l'exportation. Ainsi s'expliquent les revendications ouvrières et l'intensité croissante de leurs manifestations.

En France, bien que les mœurs politiques semblent les rendre plus vives, le malaise qui les produit est certainement moindre que partout ailleurs. Cela tient aux qualités de nos ouvriers mieux doués d'initiative et d'habileté manuelle, et par-dessus tout au travail des femmes, dont chez nous les proportions et la supériorité sont incomparables. Par un calcul bien simple on peut estimer à 4 ou 5 milliards les salaires qu'elles gagnent annuellement, somme qui, tout en atténuant la gêne dans le milieu ouvrier, s'additionne à notre richesse nationale. Telle est, Messieurs, l'œuvre de nos vaillantes femmes françaises, qu'hélas! notre droit public, resté tout romain, persiste à traiter si durement.

Par sa double supériorité, notre travail national est le plus apte à donner aux matières qu'il transforme une plus-value supérieure; et pour cette raison, la France est de tous les pays celui que favoriserait davantage la liberté des échanges.

Le protectionnisme ne l'entend point ainsi. Il dit, au contraire : « La diffusion des connaissances scientifiques, la vulgarisation des procédés techniques, et le développement incessant des facilités de transport et de communication sont de nature à modifier profondément les rapports économiques antérieurement établis. »

On sait trop que ces modifications se sont traduites en taxes douanières très lourdes sur presque toutes les denrées usuelles, et *sans exception* sur tous les produits fabriqués. Remarquons, en passant, que la raison invoquée : « tous nos similaires ont besoin de cette protection sur notre marché même », est la proclamation peu patriotique de leur infériorité. Or, dans la loi sur la marine marchande, le protectionnisme avait déjà avoué qu'il crée, autant qu'il le peut, cette infériorité par la surélévation factice des prix; et plus tard, il s'appuie sur le mal qu'il a déjà fait pour en accroître désastreusement l'étendue et la gravité. Franchement, Machiavel n'était pas allé jusque-là.

Ses raisonnements sont à la hauteur de ses actes. Si la société moderne présente un fait d'éclatante évidence, c'est son énorme et rapide enrichissement par la collaboration que les peuples avaient établie au moyen de travaux grandioses, véritables merveilles. Eh bien! cet admirable mouvement, l'honneur éternel de notre époque, le protectionnisme prétend que c'est une œuvre mauvaise, parce que le progrès exige que chaque peuple

Digitized by Google

restreigne jusqu'à les rompre ses rapports économiques avec tous les autres; il dit, en d'autres termes, « les développements des commerces entre les peuples, qui enrichissent la société civilisée dont ils font partie, sont pour chacun d'eux, en particulier, une cause de ruine. »

***

Maintenant, en creusant un peu cette question si grave: la protection de l'agriculture, nous pouvons nous édifier sur l'esprit prétendu démocratique du protectionnisme.

La baisse de l'intérêt, loyer des capitaux, est si bien la conséquence forcée de leur accumulation, qu'elle s'opère spontanément. Aussi l'État a-t-il renoncé à la fixer, se bornant de temps à autre à en constater officieusement la mesure par la conversion de ses emprunts. Or, les propriétés terriennes sont des capitaux au même titre que les espèces, les immeubles, les fonds d'État, les actions ou obligations industrielles, etc. De quel droit donc les propriétaires terriens ont-ils demandé que la loi maintienne le même taux de fermage, c'est-à-dire d'intérêt, à leur capital terre? Et c'était si bien l'effet visé que, pendant la période de propagande et de préparation, il s'est fait un certain nombre de baux conditionnels, avec modifications, suivant que telles ou telles taxes seraient ou non adoptées. Comment n'a-t-on pas remarqué le douloureux démenti infligé par ce privilège au caractère proclamé démocratique de nos institutions? La plus-value de 35 0/0 que la protection octroie artificiellement aux produits de la terre étant au moins équivalente à l'impôt que la loi demande à cette même terre, son possesseur récupère ainsi plus que l'immunité fiscale que certaines classes s'étaient arrogée sous l'ancien régime.

Voilà, en réalité, la raison pour laquelle, en rétablissant le droit de mouture, d'odieuse mémoire, le protectionnisme fait payer à nos populations 70 et 80 centimes le pain de 2 kilogrammes, qui se vend 35 centimes passé la frontière!

Les 715.320.249 francs prélevés sur la production indigène, sans que l'État en touche un centime, profitent bien au propriétaire terrien, car pour les cultivateurs locataires, le fermage est proportionnellement augmenté; et la cherté du pain, Messieurs, je l'ai observé moi-même, est plus pénible encore pour l'ouvrier des campagnes que pour ceux des villes.

***

En fin de compte, le protectionnisme en écrasant les masses populaires au profit des classes privilégiées, fausse la hiérarchie sociale et en compromet l'autorité légitime. De là naissent tous ces systèmes prétendus

Digitized by Google

systèmes socialistes, dont l'idéal est une sorte de protectionnisme renversé; systèmes qui tous s'attaquent à la hiérarchie sociale sans qu'aucun d'eux arrive à formuler une idée embryonnaire de ce par quoi il la remplacerait. Dans la confusion de ces luttes, aussi stériles que bruyantes, le protectionnisme oublié monte toujours, et continue à s'affermir par ses propres effets.

Cependant, ces effets commencent à devenir assez saisissants pour ouvrir les yeux. L'obstruction des débouchés extérieurs réagissant sur notre propre marché, presque tous nos commerces et industries subissent de sensibles dépressions; et plusieurs Chambres syndicales ont déjà saisi le pouvoir de leurs doléances. Chez les ouvriers, les chômages se multiplient et rendent plus fréquents les suicides de la misère. Où tout cela aboutira-t-il?

Au milieu de ces tristesses, il reste, pour faire appel à notre courage, la pensée des ressources qu'à certains moments l'ordre social en péril met au service de sa conservation. En nous rendant bien compte de l'intime connexité entre la guerre et le protectionnisme, deux faits récents d'une très haute portée sont de nature à nous ouvrir un horizon d'espérance.

La mort tragiquement douloureuse du premier magistrat de la république nous a valu de tous les gouvernements des condoléances sympathiques aussi honorables pour notre patrie que pour l'illustre victime; et toutes, on l'a remarqué, répondaient par des vœux pour la paix aux anxiétés entretenues par l'éventualité de la guerre prochaine.

Il y a un an à peine, et cette fois dans l'épanchement de fêtes enthousiastes, le même vœu a été acclamé par les populations profondes de deux grandes nations, oubliant ce qui les a divisées, ce qui les divise encore, pour confondre dans un embrassement ému leurs craintes et leurs espérances.

Parfois, aux époques les plus confuses jaillit le trait de lumière inattendu qui éclaire la marche obscurcie de l'humanité. En pleine effervescence des rivalités internationales pour les préparatifs d'une guerre qui serait la plus effroyable des temps modernes, ces aspirations à la paix, exhalées des poitrines russes et françaises, et peu après transmises à notre patrie en deuil par tous les gouvernements, en un langage où la sincérité déborde la réserve diplomatique, cette double manifestation, Messieurs, ne s'élève-t-elle pas à la hauteur d'une révélation?

Peuples et gouvernements s'avouent enfin à eux-mêmes que la guerre les effraye. S'ils ne cherchent pas à lui opposer franchement leurs volontés et leurs actes, c'est que, continuant à l'accepter comme l'héritage traditionnel, ils sentent se réveiller toujours par elle les susceptibilités de leur patriotisme.

Mais, comme je l'ai dit au Congrès de Marseille, ce patriotisme ressemble trop à celui qui, il y a vingt-trois siècles, jeta les cités grecques dans la guerre mortelle du Péloponèse. Aujourd'hui, comme alors, entre les

Digitized by Google

peuples et les classes la solidarité sociale s'évanouit dans les rivalités guerrières, les âpres compétitions des intérêts exclusifs, les haines réciproques; avec cette aggravation que les désastres imminents se proportionneraient à l'énorme puissance acquise par la civilisation actuelle.

Cela donne bien à réfléchir sur cette parole de Renan à son lit de mort: *Il y a lieu de craindre pour l'Europe de nouveaux siècles de barbarie!*

Et malheureusement, partout, à tort ou à raison, l'amour-propre national est engagé. Aucun gouvernement, aucun peuple n'oserait même parler de désarmement sous peine d'être taxé de faiblesse ou d'imprudence. Il ne leur reste donc qu'à prendre une autre initiative. Il y en a une plus facile, ne comportant aucune compromission, et qui serait tout aussi efficace. La guerre, dans l'état actuel de la civilisation, ne se conserve plus que par la guerre économique qu'ils se sont infligée eux-mêmes. Qu'ils travaillent avec sagesse et mesure, mais sincèrement, à se délivrer de ce second fléau destructif aussi et plus immoral que l'autre, qu'ils revivifient dans tous leurs rapports la solidarité défaillante: leur sécurité est à ce prix.

M. le Dr BARTHÈS

Inspecteur départemental des Enfants assistés du Calvados, à Caen.

REVISION DE LA LOI ROUSSEL

— Séance du 10 août 1894 —

A la date du 5 mai 1891, l'Académie de Médecine a émis des vœux très importants au sujet de la réorganisation de la Protection des enfants du premier âge. Cette haute Assemblée a proposé notamment:

1° Que la loi Roussel, ou loi du 23 décembre 1874, soit revisée dans quelques-unes de ses dispositions et surtout dans celle qui a trait à l'élevage mercenaire; il ne faut pas désormais qu'il échappe à la surveillance sous le couvert des parents;

2° Qu'une statistique irréprochable permette de mesurer exactement les effets de la loi;

3° Que l'inspection médicale soit organisée partout;

4° Que la loi soit obligatoire pour tous les départements;

5° Que la vaccination et la revaccination soient rendues obligatoires;

6° Que les municipalités et, à leur défaut, les préfets soient armés de pouvoirs suffisants pour assurer partout la salubrité publique.

Digitized by Google

Depuis cinq années, le Parlement a donné à la loi Roussel trois collaborateurs importants :

1° La loi du 24 juillet 1889 sur les enfants moralement abandonnés ;

2° La loi du 30 novembre 1892 sur l'exercice de la médecine, qui a prescrit aux médecins de faire à l'autorité publique la déclaration des maladies contagieuses et épidémiques ;

3° La loi du 15 juillet 1893, sur l'assistance médicale gratuite dans les campagnes ; enfin une quatrième loi, la Protection de la santé publique ou loi Langlet, a été votée par la Chambre des députés le 13 octobre dernier.

A mon avis, ce sont les trois corollaires de la loi du 23 décembre 1874. en un mot les compléments indispensables de cette loi aussi humanitaire que patriotique et dont l'absence avait retardé les résultats qu'en attendait le législateur. La situation faite à la loi Roussel n'est donc plus la même qu'il y a vingt ans.

Il ne faut pas oublier, en effet, qu'en 1874, nous étions encore à reconstituer nos forces de tout genre, que la centralisation s'imposait et que, par suite, les formalités administratives, si nombreuses dans la loi Roussel, étaient de circonstance ; ce qui donne l'explication de certains articles, par exemple : l'obligation pour le maire et le médecin de tenir une comptabilité ardue et compliquée, et pour le juge de paix de vérifier l'exactitude et la régularité de registres ne portant que des avis diffus et contradictoires ; d'autre part, le choix de Commissions locales laissé exclusivement à la disposition des maires. Aussi ne s'étonnera-t-on pas du peu d'importance attribuée à l'inspecteur départemental, chargé uniquement de classer des paperasses en vue d'en faire la nomenclature dans un rapport spécial.

Toutefois, comme ayant conscience des améliorations à apporter à son œuvre, le législateur a permis aux préfets, par l'article 12, de prescrire dans un règlement particulier, après avis du Comité départemental, toutes les dispositions en rapport avec les circonstances et les besoins locaux.

Grâce à cet article, j'ai pu établir dans le Calvados une amélioration notable de l'inspection médicale que je considère comme la base du service. J'ajoute que cela n'a pas été sans peine, et que j'ai dû employer quatre années à lutter contre cette force d'inertie qui caractérise à un aussi haut degré nos populations normandes, dont l'objectif principal, pour ne pas dire unique, est l'*élevage des bestiaux*. Chez elles, en effet; la reproduction des races ovine, bovine et chevaline est remarquable ; il n'en va pas de même pour la reproduction humaine, surtout dans le Calvados, qui a perdu plus de 50.000 unités en moins de trente ans ; d'autre part, on constate périodiquement, à chaque dénombrement, un excédent de décès sur les naissances.

La théorie récente de notre honorable confrère, le Dr Jacques Bertillon.

Digitized by Google

au sujet de la dépopulation dans les contrées riches, trouverait ici sa place.

Mais revenons à la loi Roussel. Je viens de relater combien a été vive ma lutte contre la routine et la force d'inertie, mais je vous dirai combien aussi a été grande ma satisfaction de me voir soutenu par le Conseil général ; vous allez en juger par l'extrait suivant du rapport sur *la Protection des enfants du premier âge*, par M. de Lycée de Belleau, dans la séance du 22 août 1893 :

« Un arrêté pris par M. le Préfet du Calvados, le 16 mai dernier, sur les propositions de M. le Dr Barthès, inspecteur du service, après avis conforme du Comité départemental et inséré au n° 15 du *Recueil des Actes administratifs* pour l'année 1893, a introduit dans l'organisation du service de la Protection du premier âge plusieurs modifications qui ont pour objet : de simplifier, dans la mesure du possible, les registres à tenir dans les mairies pour y inscrire les déclarations des parents et des nourrices relatives aux placements, retraits et décès des nourrissons, ainsi que les déclarations que les maires sont tenus de faire à cet égard ; d'augmentor le nombre des médecins-inspecteurs; de déterminer la quantité, les époques de leurs visites, aux enfants soumis à leur surveillance ; d'assurer l'exactitude et les résultats de leur contrôle par l'envoi qu'ils feront à la préfecture, après chaque visite, d'un bulletin contenant leurs observations.

» M. le Préfet, s'appuyant sur les données de l'expérience, a constaté qu'il fallait sacrifier les illusions qu'on s'était faites dans la loi du 23 décembre 1874, et au début de son application sur l'efficacité des écritures compliquées, sur la surveillance à exercer par les maires, sur l'action durable des Comités locaux ; et il a reconnu que les médecins-inspecteurs, dont le rôle semble avoir été considéré par le législateur comme facultatif et d'une utilité problématique *sont, en réalité, les seuls agents capables, par leur intervention éclairée et dévouée, de sauvegarder la santé des enfants qui, par leur placement en nourrice, en sevrage ou en garde, deviennent les protégés de l'État.*

» Le nouveau règlement facilite la tâche des médecins en les rapprochant des enfants qu'ils sont appelés à visiter, au moyen de la division du département en 62 circonscriptions médicales ; il proportionne logiquement la fréquence des visites aux chances de mortalité des nouveau-nés suivant les périodes successives de leur existence.

» Messieurs, nous sommes en droit d'espérer que la loi Roussel et le règlement qui est en vigueur depuis le 1er juillet produiront d'excellents résultats, pourvu que les médecins-inspecteurs disposent de moyens plus puissants que les bons conseils et la persuasion. Il est nécessaire que les personnes qui se chargent, moyennant salaire, d'élever les enfants d'autrui, sachent, par des exemples, qu'au cas où l'altération de la santé des nourrissons résulte de l'inexécution des instructions inscrites dans les carnets et sans cesse rappelées par les médecins-inspecteurs, que l'Administration saisit la justice chargée de mettre en exécution l'article 11 de la loi ainsi conçu :

« Si, par suite d'une négligence de la part d'une nourrice ou d'une gardeuse, il est résulté un dommage pour la santé d'un ou de plusieurs enfants, la peine d'emprisonnement de un à cinq jours peut être appliquée.

» Le même article ajoute, en cas de décès de l'enfant : l'application des peines portées à 'article 319 du Code pénal pourra être prononcée.

Digitized by Google

» Le but de la loi n'est pas de punir l'homicide par imprudence, mais d'empêcher qu'il ait lieu.

» Il s'agit de disputer à la routine et à l'incurie la conservation de nombreux enfants qui ont droit à l'existence ; il s'agit aussi de lutter contre une des causes de la dépopulation de notre pays. La loi donne pour obtenir ce résultat des armes suffisantes dont l'exécution rigoureuse est commandée par l'humanité et le patriotisme. »

On ne saurait mieux dire, et les principales réformes de la loi sont énoncées dans ces quelques lignes : *Faire du médecin-inspecteur et de l'inspecteur départemental la clef de voûte de ladite loi, et donner à celle-ci une plus grande sanction en réprimant plus souvent les infractions commises.*

Passant ensuite aux voies et moyens, je rechercherai de quelle manière il est possible de donner satisfaction aux vœux de l'Académie de Médecine.

1° En vue d'éviter que l'élevage mercenaire échappe à la surveillance sous le couvert des parents, il suffira de rayer les mots : moyennant salaire et de dire : *hors du domicile de ses père et mère*, au lieu du domicile de ses parents.

Vous n'ignorez pas, en effet, que s'il existe encore de nos jours des faiseuses d'anges, on les rencontre dans la personne d'une grand'mère, d'une tante ou d'une parente intéressée à la disparition du témoin vivant de la faute de la fille-mère.

D'autre part, il arrive fréquemment qu'une nourrice, sevreuse ou gardeuse, est renvoyée par le tribunal des fins de la plainte, lorsqu'elle a affirmé qu'elle ne reçoit pas de salaire.

2° Qu'une statistique irréprochable permette de mesurer exactement les effets de la loi.

Le mode actuel est très défectueux ; il consiste à multiplier par 100 le nombre des décès survenus dans l'année et de le diviser par le nombre des enfants ayant passé dans le service. Exemple : En 1893, 2.652 enfants âgés de un jour à deux ans ont figuré sur les contrôles de la Protection dans le Calvados ; sur ce nombre 175 âgés de moins d'un an et 17 de plus d'un an sont décédés : Total 192. Je multiplierai donc 192 par 100 et je diviserai par 2652 :

$$19200 : 2652 = 7,20.$$

Mais ce faisant, on ne tient compte ni des 286 enfants ayant atteint la limite d'âge, ni des 285 enfants retirés par leur famille, avant un an, ni des 401 retirés après un an, 972 enfants sont par conséquent retirés du service après y avoir séjourné de un jour à un an, et ils sont considérés comme y *ayant figuré toute l'année sans interruption*, ce qui est inexact. Toutefois ce n'est pas encore là le plus curieux de ce système erroné.

Digitized by Google

Jetons un coup d'œil sur le dénombrement suivant de la population protégée depuis dix années.

	Agés de moins d'un an	Décédés	Agés de plus d'un an	Décédés	Total
1884	1.520	218	1.714	32	3.634
1885	1.428	198	1.747	24	3.175
1886	1.364	186	1.642	35	3.006
1887	1.180	156	1.800	25	2.980
1888	1.298	158	1.613	24	2.911
1889	1.368	151	1.449	22	2.817
1890	1.394	166	1.409	17	2.803
1891	1.252	151	1.540	25	2.792
1892	1.213	167	1.528	15	2.741
1893	1.286	175	1.366	17	2.652

Prenons l'année où il y a eu le plus d'enfants (1884) et celle où il y en a le moins (1893) et recherchons, d'après les errements actuels le taux de la mortalité: nous obtiendrons 7,60 0/0 dans la première et 7,20 0/0 dans la seconde.

La conclusion qui s'imposerait à tous les bons esprits n'indiquerait-elle pas que le taux de la mortalité n'a pas changé depuis dix ans dans le Calvados, alors que tous les registres de l'état civil démontrent le contraire? D'ailleurs, quel est le statisticien qui pourrait trouver dans le tableau ci-dessus le moindre élément d'appréciation? Qu'il établisse le pourcentage de mortalité pour les années 1884, 1886, 1888, 1890, 1893, il obtiendra constamment le même quotient. Il y a donc une absolue nécessité à changer ce mode de statistique si l'on veut se rendre compte des réformes dont la loi du 23 décembre peut être susceptible.

J'ai étudié les divers systèmes mis en avant dans ces dernières années et j'approuve celui de M. Cheysson, l'éminent inspecteur général des Ponts et Chaussées, établi par catégories d'âges, en lui apportant toutefois une modification que j'exposerai plus loin.

D'après cette manière d'opérer, voici quels auraient été les résultats comparés de 1892 et 1893 :

1° De 1 jour à 4 mois inclus:

En 1892,	107	enfants âgés de	1 jour à 1 mois	ont perdu	56	unités.
—	110	—	1 mois à 2 —	—	18	—
—	64	—	2 — 3 —	—	20	—
—	90	—	3 — 4	inclus	14	—
Total	371				108	unités.

d'où 108 × 100 : 371 = 29 0/0.

Digitized by Google

En 1893,	116	enfants âgés de	1 jour à 1 mois	ont perdu	65	unités.
—	127	—	1 mois à 2	—	—	39	—
—	96	—	2 — 3	—	—	12	—
—	136	—	3 — 4		inclus	15	—
Total	475					131	unités.

d'où 131 × 100 : 475 = 27 0/0.

2° De 3 mois à 8 mois inclus :

En 1892, 509 enfants ont perdu 41 unités,
d'où 41 × 100 : 509 = 8 0/0.

En 1893, 417 enfants ont perdu 29 unités,
d'où 29 × 100 : 417 = 6 0/0.

3° De 9 mois à 12 mois inclus :

En 1892, 392 enfants ont perdu 18 unités,
d'où 18 × 100 : 392 = 4 0/0.

En 1893, 460 enfants ont perdu 15 unités,
d'où 15 × 100 : 460 = 3 0/0.

4° De 13 mois à 24 mois inclus :

En 1892, 1.528 enfants ont perdu 15 unités,
d'où 15 × 100 : 1.528 = 0,98 0/0.

En 1893, 1.366 enfants ont perdu 17 unités,
d'où 17 × 100 : 1.366 = 1,24 0/0.

Il est indispensable néanmoins, afin de se rapprocher le plus possible de la réalité, de tenir compte, dans le calcul, des retraits et des limites d'âge; en un mot d'établir la statistique de mortalité sur la durée du séjour. On y parvient en prenant pour *dividende* le nombre de journées passées dans le service et pour *diviseur* la catégorie d'âges.

Ainsi, 371 enfants âgés de 1 jour à 4 mois ont passé dans le service, en 1892, 25.689 journées; on divisera ce nombre par 120, qui représente la durée de séjour (1 jour à 4 mois) de cette catégorie d'âges, et on obtiendra pour quotient 214. On peut dire que 214 enfants ayant vécu 120 journées chacun égalent 371 enfants ayant vécu 25.689 journées, et comme il y a eu 108 décès de 1 jour à 4 mois, on multipliera ce dernier nombre par 100 et on le divisera ensuite par 214, pour obtenir le taux de mortalité.

108 × 100 : 214 = 50 0/0.

Cette méthode est due à M. Henri Lefort, inspecteur général des services administratifs au Ministère de l'Intérieur.

Digitized by Google

On agira de même pour les autres catégories d'âge et l'on arrivera aux résultats suivants :

De 5 mois à 8 mois inclus :

$41 \times 100 : 364 = 11,25$ 0/0.

De 9 mois à 12 mois inclus :

$18 \times 100 : 233 = 7,74$ 0/0.

De 13 mois à 24 mois inclus :

$15 \times 100 : 974 = 1,54$ 0/0.

De l'aperçu de ces divers quotients, il est avéré que plus l'enfant est jeune, plus grand est le tribut qu'il paie à la mortalité, *d'où la nécessité de faire un plus grand nombre de visites dans les premiers mois de la vie et de les restreindre aux époques où les décès sont rares, c'est-à-dire dans la seconde année.*

Le Préfet, le Comité départemental et le Conseil général du Calvados ont compris toute l'importance de cette mesure et ils ont décidé qu'à partir du 1er juillet 1893, l'enfant protégé, secouru, assisté et moralement abandonné, âgé de 1 jour à 2 ans, serait visité par le médecin-inspecteur :

2 fois par mois	de 1 jour à	8 mois	inclus.
1 fois —	9 mois à	12	—
1 fois par trimestre	de 13 mois à	24	—

J'ajoute que du 1er juillet au 31 décembre 1893, il a été produit par les médecins-inspecteurs 7.987 bulletins de visite dont environ 4.000 pour les enfants âgés de moins de huit mois, et comme ces derniers étaient au nombre de 522, défalcation faite des décès et des retraits, on constate qu'ils ont reçu huit visites, alors que, précédemment, ils n'en auraient reçu que trois. Les résultats provenant de cette modification sont encore peu apparents, étant donné qu'elle ne date que de six mois; toutefois, de la comparaison des années 1892 et 1893, il appert que la mortalité a diminué de 2 0/0 en 1893 chez les enfants âgés de moins de huit mois.

Je suis donc en droit d'affirmer que les visites bimensuelles dans les huit premiers mois de la vie diminueront la mortalité si élevée à notre époque et je demande qu'en vue d'en constater efficacement les résultats, la statistique soit établie dorénavant d'après les méthodes que j'ai indiquées ci-dessus, c'est-à-dire par catégories d'âge et sur le nombre de journées passées dans le service par chaque catégorie de :

1 mois	à	4	mois.
5 —	à	8	—
9 —	à	12	—
13 —	à	24	—

Digitized by Google

J'ajoute qu'il faudra, dans ce mode de statistique établi par catégorie d'âges et le nombre de journées passées dans le service, tenir compte également du sexe des décédés et des causes de décès.

3° Que l'Inspection médicale soit organisée partout.

Je n'insisterai pas sur son importance, car je la considère comme la base du service. Ce but sera atteint infailliblement par la mise à exécution de la loi du 15 juillet 1893 que je me réserve de traiter dans une autre question.

4° Que la loi soit obligatoire pour tous les départements.

De fait il n'existe guère aujourd'hui qu'un seul département (Haute-Marne) qui ne l'ait pas encore appliquée, mais il ne tardera pas à le faire.

5° Que la vaccination et la revaccination soient rendues obligatoires.

6° Que les municipalités et, à leur défaut, les préfets soient armés de pouvoirs suffisants pour assurer partout la salubrité publique.

Ces deux derniers vœux de l'Académie de Médecine seront prochainement comblés par le vote au Sénat de la loi Langlet ou loi sur la Protection de la santé publique.

Mais, en attendant, je supplie le Congrès de vouloir bien se joindre à moi pour obtenir des pouvoirs publics que la fabrication du biberon à tube de caoutchouc soit interdite sur tout le territoire français.

PROJET DE REVISION

Article premier. — Tout enfant âgé de moins de deux ans, qui est placé en nourrice, en sevrage ou en garde hors du domicile de ses père et mère devient par ce fait l'objet d'une surveillance de l'autorité publique ayant pour but de surveiller sa vie et sa santé.

Art. 2. — La surveillance instituée par la présente loi est confiée aux inspecteurs départementaux de l'Assistance publique, lesquels, sous l'autorité du préfet dans les départements et du préfet de police dans la Seine, en assument toute la responsabilité.

Le préfet est assisté d'un Comité ayant pour mission de contrôler les mesures prises par l'inspecteur départemental de l'Assistance publique.

Art. 5. — Il est institué dans chaque département une inspection médicale des enfants en nourrice, en sevrage ou en garde. Les médecins-inspecteurs sont nommés par le préfet, sur la proposition de l'inspecteur départemental de l'Assistance publique, approuvée par le Comité départemental.

Art. 6. — Est soumise à la surveillance instituée par la présente loi toute personne qui n'étant ni le père ni la mère, élève un nourrisson, ou un ou deux enfants en sevrage ou en garde placés chez elle.

Digitized by Google

Art. 7. — Toute personne qui place un enfant en nourrice, en sevrage ou en garde, est tenue, sous les peines portées par l'article 346 du Code pénal, d'en faire la déclaration à la mairie de la commune où a été faite la déclaration de naissance de l'enfant, ou à la mairie de la résidence actuelle du déclarant, en indiquant dans ce cas le lieu de la naissance de l'enfant, de remettre à la nourrice un bulletin contenant un extrait de l'acte de naissance de l'enfant qui lui est confié et d'informer, le jour même dudit placement, l'inspecteur départemental de l'Assistance publique du département dont fait partie la nourrice.

Art. 8. — Toute personne qui veut se procurer un nourrisson ou un ou deux enfants en sevrage ou en garde, est tenue de se munir préalablement du certificat du médecin-inspecteur de la commune qu'elle habite, justifiant son aptitude à nourrir ou à recevoir des enfants en sevrage ou en garde, et du carnet délivré par le maire de sa résidence indiquant son état civil, et ses bonnes vie et mœurs. Il en sera de même pour la nourrice sur lieu.

Toute déclaration ou énonciation reconnue fausse dans lesdits certificats entraîne l'application aux certificateurs des peines portées au paragraphe premier de l'article 155 du Code.

Art. 9. — § 3. En cas de maladie de l'enfant, d'en donner immédiatement connaissance au médecin-inspecteur de la circonscription et au maire de sa commune ; de déclarer, dans le délai de trois jours, à la mairie le retrait de l'enfant.

§ 4. En cas de décès de l'enfant, de déclarer ce décès, dans les vingt-quatre heures, en remettant en même temps le certificat médical du décès.

Après avoir inscrit ces déclarations au registre mentionné à l'article suivant, le maire en donne avis le jour même à l'inspecteur départemental de l'Assistance publique et au maire de la commune où a été faite la déclaration prescrite par l'article 7.

L'inspecteur départemental de l'Assistance publique en donne avis dans les trois jours aux parents de l'enfant ou ayants droit, avec lesquels il correspond par carte postale pour tout ce qui intéresse l'enfant.

Art. 15. — Les dépenses auxquelles l'exécution de la présente loi donne lieu sont obligatoires et mises par moitié à la charge de l'État et des départements intéressés.

Une loi devant être simple et concise, il ne m'est pas possible, quant aux articles visés, d'entrer dans plus de détails sans nuire à leur clarté, lesquels d'ailleurs devront être contenus dans le règlement d'administration publique qui suivra la revision.

A mon avis, il doit indiquer les meilleures mesures en vue d'éviter tout ce qui est contraire à la protection du premier âge, et notamment le transport défectueux et prématuré ;

L'emploi du biberon à tube de caoutchouc et l'alimentation solide dans les huit premiers mois de la vie, le salaire insuffisant de la nourrice, l'insuffisance de l'inspection médicale et le défaut de contrôle de l'inspection départementale.

De tous les périls qui menacent le jeune enfant, le plus grave, assuré-

Digitized by Google

ment, c'est l'insouciance de la nourrice provoquée par un salaire insuffisant.

Personne n'ignore, en effet, qu'une nourrice mal payée est obligée, pour augmenter ses ressources, de travailler au dehors et son élève est, par suite, fatalement condamné au biberon à tube et à la longue station dans le berceau, sources de toutes les affections gastro-intestinales, pulmonaires et articulaires. Le seul remède à cette triste situation est de mettre au compte du département d'origine le complément de tout salaire insuffisant. *Ce serait, certes, le meilleur article du règlement d'administration publique à intervenir que celui qui assimilerait les enfants des familles indigentes à ceux des filles-mères qui reçoivent aujourd'hui un secours temporaire.*

Un bon et honnête travailleur, forcé par le chômage ou la maladie de cesser momentanément le paiement des mois de nourrice, est-il moins intéressant qu'une fille-mère ?

Il est également du ressort d'un règlement d'administration publique, d'instituer pour tous les départements, la méthode la plus rationnelle d'établir la statistique de la mortalité infantile, ainsi que de proportionner la fréquence des visites médicales aux chances de mortalité.

En terminant, je suis heureux d'informer mes collègues de l'Association que le Congrès d'assistance publique de Lyon, de juin 1894, auquel j'ai apporté les quelques observations qui précèdent, a abouti à réunir les matériaux les plus indispensables, c'est-à-dire les plus pratiques, pour faciliter au Parlement la revision des cinq ou six articles cités plus haut de cette belle loi, aussi humanitaire que patriotique, qui immortalisera le plus grand philanthrope, notre vénéré confrère, le Dr Théophile Roussel.

Le rapporteur du projet de revision de la loi du 23 décembre 1874, le Dr H. Thulié, ancien président du Conseil municipal de Paris, vice-président du Conseil supérieur de l'Assistance publique, a proposé au Congrès de Lyon les modifications suivantes qui ont été votées à l'unanimité :

1° Obligation, pour les départements, des dépenses du service de la protection des enfants du premier âge.

2° Obligation de l'inspection médicale.

3° Obligation de l'assistance médicale avec recours contre les parents ou répétition de la dépense sur le département du domicile de secours.

4° Obligation de la vaccine.

5° Obligation, pour la femme qui veut prendre chez elle un nourrisson, du certificat médical délivré par le médecin-inspecteur de la circonscription, après la visite au domicile de la postulante; à défaut du médecin-inspecteur de la circonscription et sur réquisition de l'Administration, par le médecin-inspecteur d'une circonscription voisine.

6° Suppression à l'article premier des mots : « moyennant salaire ».

7° Suppression à l'article 9 de la loi des mots : « ou s'il n'a pas atteint cet âge, qu'il est allaité par une autre femme remplissant les conditions qui seront déterminées par le règlement d'administration publique prescrit par l'article 12 de la présente loi ».

Digitized by Google

8° Remplacer à l'article premier de la loi ces mots : « hors du domicile des parents », par les suivants : « hors du domicile de ses père et mère ou tuteur légal ».

9° Droit d'autoriser la nourrice à allaiter un autre enfant que son nourrisson, et aux sevreuses et aux gardeuses de prendre plus de deux enfants (art. 25 et 26 du règlement) réservé au médecin-inspecteur seul.

10° En cas de non-paiement de son salaire, la nourrice aura de droit l'assistance judiciaire et sera désintéressée du mois courant par le service de la Protection ; le mois écoulé, l'enfant sera placé à l'hospice dépositaire des Enfants assistés.

11° Rétribution du secrétaire de mairie chargé de l'expédition des affaires de la Protection d'après la circulaire du 21 juillet 1882.

12° Rétribution du garde champêtre chargé de prévenir le maire de toutes les mutations de l'enfant protégé, à défaut de la nourrice.

13° Définir et délimiter les attributions de l'inspecteur départemental, directeur du service, sous l'autorité du préfet.

14° Surveillance des nourrissons et des enfants des nourrices dans leurs voyages.

15° Interdiction temporaire de la nourrice pour faute grave par arrêté préfectoral, après avis du Comité départemental.

16° Pénalité telle qu'elle est inscrite dans la loi du 23 décembre 1874 en ajoutant la responsabilité des parents qui ont accepté une nourrice non munie des certificats obligatoires.

Je suis convaincu que ces modifications, une fois apportées par le Parlement à la loi Roussel, la rendront plus affirmative en lui donnant la véritable sanction qui lui manque : l'obligation des dépenses.

M. E. YVERNÈS

Chef de division honoraire au Ministère de la Justice, Secrétaire général de la Société de statistique de Paris.

LE CRIME ET LE CRIMINEL DEVANT LE JURY

— Séance du 11 août 1894 —

INTRODUCTION

Il est hors de doute que plus une publication statistique se rapproche de faits qu'elle constate, plus elle acquiert d'intérêt scientifique et d'utilité pratique. La statistique judiciaire ne fait pas exception à ce principe. Quel est, en effet, son but primordial ? Fournir au pouvoir central les moyens de surveiller la marche de l'administration de la justice dans toutes ses phases, pour redresser les abus qui peuvent se produire, et de suivre l'application des lois nouvelles, pour s'assurer que leurs effets répondent bien aux intentions du législateur. Ce

Digitized by Google

but est incomplètement atteint quand il s'écoule quatre ans entre les faits ou les lois et la mise au jour des résultats obtenus. Or, nous sommes en 1894, et les derniers comptes de la justice que l'on possède se rapportent à l'année 1890; il faudra donc attendre encore deux ou trois ans pour connaître les conséquences, au point de vue de la criminalité, des lois si importantes du 26 mars 1891 sur le sursis à l'exécution des condamnations à l'emprisonnement ou à l'amende, du 15 novembre 1892 sur la détention préventive, et du 4 février 1893 sur la réforme des prisons pour courtes peines.

Ces retards peuvent, sans doute, s'expliquer par des circonstances exceptionnelles; mais, ils n'en sont pas moins regrettables. Quoi qu'il en soit, pour une étude du genre de celle-ci, ils ne devaient pas nous arrêter et nous avons extrait du compte général de la justice criminelle des renseignements qui nous ont paru de nature à intéresser les moralistes et les jurisconsultes. Ainsi, pour ne parler que des faits les plus graves, des crimes, ce document a toujours enregistré le nombre des affaires déférées au jury, celui des accusés, avec indication de leur sexe, de leur âge, etc.; les résultats comparés de l'instruction écrite et de l'instruction orale; enfin, les verdicts du jury et leurs conséquences. Il semble qu'il y a là une source d'enseignements précieux pour déterminer l'action de la civilisation sur la grande criminalité.

On a souvent rappelé cette parole de l'illustre Quételet : « Il est un tribut que l'homme acquitte avec plus de régularité que celui qu'il doit au Trésor de l'État : c'est celui qu'il paie au crime. » Elle se trouve amplement justifiée par les comptes de la justice criminelle. Les accusés y reparaissent chaque année dans des conditions presque absolument identiques; les mœurs, en effet, ne se transforment que lentement. Aussi, croyons-nous, que pour avoir une idée suffisamment exacte des changements survenus, il n'est pas indispensable d'envisager une longue série d'années et que l'on peut se contenter des chiffres de quatre années normales, assez éloignées, toutefois, l'une de l'autre pour que les causes générales, qui peuvent influer sur le mouvement de la criminalité, aient eu le temps de produire leurs effets. Les années 1860, 1869, 1880 et 1890 nous paraissent répondre à cette idée et leurs indications mettront à même de juger de l'action exercée sur les chiffres de la statistique par la correctionnalisation légale (loi du 13 mai 1863) ou extra-légale, et par les lois du 4 juin 1853 et du 21 novembre 1872 sur le jury.

Nous n'avons pas l'intention de nous livrer ici à des réflexions philosophiques ou sociales. Que pourrions-nous ajouter, dans cet ordre d'idées, à tout ce qu'a écrit M. Henri Joly dans son remarquable ouvrage sur *le Crime et la France criminelle*? Non, ce que nous voulons donner ici, ce sont des faits, des chiffres ; en un mot, c'est une statistique impartiale et précise dont chacun pourra, suivant la tendance de son esprit, déduire les conclusions.

Il nous faut dire tout d'abord que la statistique criminelle tient compte, aujourd'hui, non pas des *crimes*, mais bien du nombre des *affaires*. Il en est ainsi, du reste, en Angleterre, en Autriche, en Belgique, en Écosse, en Hongrie, en Hollande et en Russie (1). C'est en 1870 que notre document a cessé de publier le nombre des crimes compris dans chaque accusation portée devant le jury. Un pareil relevé présente-t-il, en effet, des garanties suffisantes d'exactitude? Est-il possible, lorsqu'il s'agit de faits répétés pendant une période qui peut aller

(1) Voir au *Bulletin de l'Institut international de statistique*, tome VI, 2e livraison, page 122, le rapport de M. L. Bodio sur la statistique judiciaire pénale.

Digitized by Google

jusqu'à dix ans, de viols ou d'attentats à la pudeur, par exemple, d'en connaître le nombre précis ? En cas de recel, crime continu, doit-on marquer un seul fait ou autant de faits qu'il y a eu d'objets cachés, etc. ? Les crimes sont nombreux qui présentent les mêmes difficultés d'appréciation. En 1869, la dernière année pour laquelle le travail a été fait, sur 7.558 crimes jugés, on en comptait 2.705, plus du tiers, 36 0/0, dont l'existence même est restée problématique. Dans ces conditions, on n'a pas cru devoir continuer des investigations qui ne pouvaient conduire qu'à des déductions approximatives.

Ne voulant pas multiplier ici les chiffres, déjà si nombreux, ni donner, pour chaque espèce particulière de crime, des renseignements spéciaux, nous avons pensé que l'on pouvait, sans diminuer l'intérêt de la statistique, diviser les accusations par groupes présentant un caractère bien défini : crimes contre la vie ; contre les ascendants ; envers l'enfant, etc. On n'en verra pas moins si les conditions de la répression sont en rapport constant et rationnel avec les exigences de la sécurité sociale.

Sous le bénéfice de ces diverses observations, qui nous ont paru nécessaires, nous abordons notre sujet.

AFFAIRES CRIMINELLES DÉNONCÉES

Avant de nous occuper des accusations soumises au jury, examinons le mouvement général des faits qui, au début comme à la fin des poursuites, ont présenté le caractère de crime.

Les autorités judiciaires ont été saisies, en 1860, de 15.019 affaires criminelles ; en 1869, de 15.291 ; en 1880, de 16.222, et en 1890 de 16.561. L'augmentation pour les trente années est donc de 1.542 ou d'un dixième ; elle ne paraît pas considérable si l'on songe à l'accroissement de la population et surtout aux moyens de plus en plus perfectionnés de recherche et de constatation des infractions. Mais est-elle bien l'expression de la vérité et n'aurait-elle pas été beaucoup plus forte sans l'usage si fréquent de la correctionnalisation extra-légale dont nous parlerons tout à l'heure ? Ce qui donne lieu de le penser, c'est que, sur l'ensemble des affaires dénoncées, la proportion de celles qui ont été déférées au jury est descendue de 24 0/0 en 1860 à 18 0/0 en 1890. Voici, du reste, quelles ont été les décisions des magistrats à l'égard des affaires criminelles, prises dans leur ensemble :

		1860	0/0	1869	0/0	1880	0/0	1890	0/0
Classement sans suite		7.423	ou 49	8.391	ou 55	9.789	ou 60	10.569	ou 64
Ordonnances ou arrêts de non-lieu		3.679	25	3.212	21	2.942	18	2.823	17
Renvoi des accusés aux assises pour être jugés	par contumace	296	2	291	2	233	2	187	1
	contradictoirement	3.621	24	3.397	22	3.258	20	2.982	18
	TOTAL	15.019		15.291		16.222		16.561	

Ainsi, l'augmentation porte exclusivement sur les affaires classées au parquet comme ne pouvant donner lieu à aucune poursuite ; elle n'est pas

Digitized by Google

moindre de 42 0/0. Et si l'on envisage les motifs d'abandon, on constate que les crimes dont les auteurs sont restés inconnus participent seuls à l'accroissement; leur rapport au total des affaires impoursuivies, qui était déjà de 53 0/0 en 1860, s'élève à 63 0/0 en 1890. Cette proportion arrive jusqu'à 90 0/0 en ce qui concerne les vols qualifiés. Après les voleurs, les inculpés qui parviennent le plus fréquemment à se soustraire à l'action de la justice sont ceux à qui l'accusation reproche d'avoir mis des obstacles à la circulation des trains de chemins de fer (86 fois sur 100) et ceux qui sont poursuivis pour incendie volontaire (72 fois sur 100). Que de crimes connus restent impunis !

AFFAIRES CRIMINELLES DÉFÉRÉES AU JURY

Le tableau suivant présente, pour les années 1860, 1869, 1880 et 1890, le nombre des affaires et celui des accusés jugés contradictoirement par les cours d'assises :

	1860		1869		1880		1890	
	Affaires.	Accusés.	Affaires.	Accusés.	Affaires.	Accusés.	Affaires.	Accusés.
Crimes contre la vie (*a*) . .	292	341	354	413	359	429	413	498
Crimes contre des ascendants (*b*)	53	59	67	71	27	29	20	25
Crimes envers l'enfant (*c*).	244	308	202	258	207	270	193	245
Coups non qualifiés meurtre (*d*) . .	122	145	148	182	134	153	117	132
Viols et attentats à la pudeur	830	864	856	891	756	764	616	636
Autres crimes contre les personnes.	66	131	31	41	29	38	27	38
TOTAL	1.607	1.848	1.658	1.856	1.512	1.683	1.386	1.574
Fausse monnaie.	30	50	27	65	38	53	68	141
Faux et banqueroutes frauduleuses	413	541	337	412	349	446	252	318
Vols domestiques et abus de confiance	499	617	351	424	281	339	240	290
Autres vols qualifiés. . . .	854	1,276	797	1,148	837	1,317	828	1,496
Incendies volontaires . . .	167	197	205	239	213	243	183	204
Autres crimes contre les propriétés	51	122	22	45	28	44	25	55
TOTAL	2.014	2.803	1.739	2.333	1.746	2.442	1.596	2.504
TOTAL GÉNÉRAL. . .	3.621	4.651	3.397	4.189	3.258	4.125	2.982	4.078

(*a*) Assassinat ; meurtre et empoisonnement.
(*b*) Parricide et coups envers des ascendants.
(*c*) Infanticide ; avortement et suppression d'enfant.
(*d*) Coups ayant occasionné la mort sans intention de la donner ; coups et blessures suivis d'infirmités permanentes.

Digitized by Google

L'augmentation du nombre des crimes contre la vie frappe tout d'abord l'attention d'une façon douloureuse ; elle est de 62 0/0 pour les meurtres (de 99 à 161) et de 44 0/0 pour les assassinats (de 168 à 242) ; quant aux empoisonnements, leur chiffre réel n'est plus que de 10 en 1890 après avoir été de 25 en 1860. Connaissant l'indulgence du jury à l'égard des crimes dits passionnels, on se demande si elle n'est pas pour beaucoup dans la fréquence de plus en plus grande des meurtres et des assassinats.

Les crimes contre les ascendants ont été moins nombreux en 1890 qu'en 1860 ; les parricides se chiffrent par 7 au lieu de 10, et les coups à des ascendants par 13 au lieu de 43. Cette diminution de 30 pour le dernier crime serait des plus rassurantes si l'on était certain que la circonstance aggravante résultant de la qualité de la victime n'est jamais écartée par l'ordonnance de renvoi.

La réduction (d'un cinquième) du nombre des crimes envers l'enfant est réelle et appréciable ; car on relève, à cinq unités près, le même chiffre de délits similaires en 1890 qu'en 1860, bien que la loi du 13 mai 1863 ait créé un nouveau délit, celui de suppression d'un enfant n'ayant pas vécu.

Malgré cette même loi, qui a fait un délit du crime de coups et blessures ayant entraîné une incapacité de travail de plus de vingt jours, le nombre des affaires de coups non qualifiés meurtre est à peu près le même ; cela tient à ce que les coups et blessures ayant occasionné la mort sans intention de la donner sont plus fréquents aujourd'hui qu'autrefois : 99 en 1890 au lieu de 74 en 1860.

Le chiffre des crimes contre les mœurs est inférieur, en 1890, de 214 à celui de 1860 ; cependant la loi de 1863 a porté de onze à treize ans la limite d'âge à laquelle les attentats à la pudeur sans violence cessent d'être punis et l'a reculée même au delà quand le crime est commis par un ascendant sur sa fille mineure, âgée de plus de treize ans, mais non émancipée par le mariage. Cette diminution est, très probablement, la conséquence de la correctionnalisation extra-légale ; en effet, le nombre des outrages publics à la pudeur, qui n'avait été que de 2.271 en 1860, s'élève à 3.025 en 1890. Les auteurs d'attentats à la pudeur sur des adultes paraissent avoir profité plus largement de cette mesure que ceux d'attentats sur des enfants ; le nombre des premiers a subi, de 1860 à 1890, une réduction proportionnelle de 64 0/0, tandis que pour les seconds, la diminution n'a été que de 14 0/0.

Quant à la différence qui se remarque pour les autres crimes contre l'ordre public ou les personnes, elle provient uniquement de ce que la loi de 1863 a réduit, sauf dans deux cas, le faux témoignage à un simple délit. Le nombre des faux témoins traduits devant le jury, qui avait atteint 96 en 1860, n'a plus été que de 3 en 1890. Mais comme, pen-

Digitized by Google

dant cette dernière année, 143 prévenus ont été jugés pour faux témoignage (délit), on voit qu'en cette matière il y a eu augmentation assez sensible de criminalité.

Dans les dernières années, les crimes de fabrication et d'émission de fausse monnaie française ou étrangère se sont multipliés; il a été jugé contradictoirement par les cours d'assises pour ce crime 161 accusés en 1888, 120 en 1889 et 141 en 1890, au lieu de 53 en 1880, de 65 en 1869 et de 50 en 1860.

Les faux sont très souvent transformés par l'instruction en escroqueries et les banqueroutes frauduleuses en banqueroutes simples; de même, les vols domestiques et les abus de confiance deviennent facilement des vols et des abus simples par la suppression, dans l'ordonnance de renvoi, de la qualité d'homme de service à gages; c'est ce qui explique la diminution sensible des accusations de cette nature.

On peut admettre que le nombre des vols qualifiés s'est accru; car c'est surtout en cette matière que s'applique la correctionnalisation et, néanmoins, la différence entre les années 1860 et 1890 est peu importante : 26 affaires de moins seulement; mais il ne faut pas perdre de vue que le nombre des accusés est en 1890 plus élevé de 220 qu'en 1860, et que celui des prévenus jugés pour des vols simples est monté de 38.074 en 1860 à 49.801 en 1890.

Les circonstances constitutives du crime d'incendie volontaire permettent difficilement de le correctionnaliser, et l'on ne constate, d'une année à l'autre, que des oscillations inévitables.

Enfin, le chiffre des accusés d'autres crimes contre les propriétés, qui avait été de 122 en 1860, n'est plus que 55 en 1890, parce que la loi de 1863 a pris pour base de la pénalité applicable au fonctionnaire convaincu de concussion la quotité du préjudice causé et n'a laissé le caractère de crime au fait que lorsque la totalité des sommes indûment exigées est supérieure à 300 francs; or, le jury n'a connu, en 1890, d'aucun fait de concussion, quand, en 1860, il avait eu à se prononcer sur 12 affaires, comprenant 63 accusés.

On voit, par ce qui vient d'être dit, l'illusion que peut produire la statistique sur le mouvement de la grande criminalité, par suite de la correctionnalisation extra-légale d'un grand nombre de crimes; il nous sera donc permis de dire quelques mots d'un mode de procéder qui, en réalité, constitue une véritable violation de la loi.

Cet usage date de loin; mais il a été principalement encouragé par une circulaire du 16 août 1842, dans laquelle le garde des sceaux s'exprimait ainsi : « J'ai appris, par ma correspondance, que les jurés ont à prononcer assez souvent sur des affaires dans lesquelles les circonstances aggravantes ne sont pas bien établies. On éviterait des acquitte-

Digitized by Google

ments, des déplacements longs et préjudiciables aux témoins et des frais en pure perte, si ces affaires étaient renvoyées en police correctionnelle. »

Mais c'est surtout à la suite des décrets des 6 mars et 18 octobre 1848, exigeant neuf et huit voix pour la condamnation, que ce système s'est introduit dans les mœurs de la magistrature; les acquittements se chiffraient alors par 40 0/0 en 1889. Survient, en 1853, la loi du 9 juin qui, abrogeant le décret du 18 octobre 1848, n'exige plus contre l'accusé que la simple majorité, la proportion tombe alors à 25 0/0 en 1854. On pouvait s'arrêter dans la voie de la correctionnalisation, mais l'habitude était prise. Ce n'est plus seulement quand les circonstances aggravantes n'étaient pas suffisamment établies que les magistrats correctionnalisaient; ils se laissèrent influencer par l'âge, les bons antécédents ou la responsabilité atténuée du coupable, la modicité du préjudice causé ou sa réparation, etc.; et, en 1876-1880, on ne compte plus, année moyenne, que 21 acquittements sur 100, c'est-à-dire un cinquième à peine, au lieu des deux cinquièmes en 1849. Si la proportion est remontée plus tard, de 1881 à 1890, à 28 et même 30 0/0, cela tient à des circonstances dont nous aurons à parler, en traitant des verdicts du jury.

Le but principal était donc atteint; on avait considérablement réduit le nombre des verdicts négatifs. Cet avantage n'était pas le seul; la correctionnalisation accélérait la procédure, abrégeait la détention préventive, rendait la répression plus efficace en la rapprochant du méfait, diminuait les frais de justice criminelle, etc. Aussi cette pratique s'est-elle accentuée en se généralisant, et les circulaires des 23 août 1851 et 5 avril 1871 n'ont pas été sans influer sur ce mouvement.

Toutefois, si la correctionnalisation a des avantages, elle présente, par contre, de graves inconvénients. Elle détruit les règles de la compétence, jette le trouble dans la législation pénale et rend la justice inégale en ce sens que, suivant que les magistrats se montrent plus ou moins difficiles, un même crime, accompli dans des circonstances absolument identiques, est renvoyé tantôt devant la cour d'asisses, tantôt devant le tribunal correctionnel. Une seule de ces considérations suffirait pour la condamner et il est inutile d'insister.

ACCUSÉS TRADUITS DEVANT LE JURY

Il était nécessaire, pour les affaires et les accusés jugés contradictoirement par les cours d'assises en 1860, 1869, 1880 et 1890, de donner des chiffres absolus; tel a été l'objet du tableau précédent. Mais, en ce qui concerne les conditions individuelles des accusés, nous demandons la permission de recourir aux chiffres proportionnels et de ne prendre pour termes de comparaison que les deux années extrêmes; voici pour quelles

Digitized by Google

raisons : les chiffres réels suivraient forcément, dans les détails, le même mouvement de décroissance que dans l'ensemble et n'apprendraient rien de nouveau, tandis que les chiffres proportionnels rendent les résultats beaucoup plus saisissables. D'autre part, comme nous le disions au début de cette étude, tout ce qui touche au côté moral, dans la statistique criminelle, ne se modifie que très lentement, et pour trouver des changements appréciables, il faut embrasser un laps de temps assez long ; celui de dix ans ne serait pas suffisant, et nous adopterons la période trentenaire, de 1860 à 1890, presque la durée d'une génération.

Les tableaux que nous avons annexés à ce travail permettront de voir comment se répartissent proportionnellement, en 1860 et en 1890, par nature de crimes, les accusés d'après le sexe, l'âge, l'état civil, etc. (tableau I) et quels sont les crimes le plus fréquemment imputés à chaque catégorie d'accusés (tableau II) ; ces deux tableaux se complètent l'un l'autre.

Sexe. — La Bruyère a dit : « Les femmes sont meilleures ou pires que les hommes. » Si la statistique criminelle avait existé de son temps, il aurait supprimé la seconde partie de cet aphorisme. En effet, d'après cette statistique, qui donne les moyens de juger de la moralité respective des deux sexes, la femme est six fois moins perverse que l'homme ; elle entre dans la criminalité pour 15 0/0 ; on ne compte que 3 femmes accusées sur 100.000 ; pour les hommes, la proportion est de 18 sur 100.000 :

	1860			1890		
	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.
	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0	0/0
Hommes	79	84	82	80	88	85
Femmes.	21	16	18	20	12	15

Comme on le voit, le rapport des femmes au total des accusés n'est pas le même pour les crimes contre les personnes que pour les crimes contre les propriétés. Parmi les attentats contre les personnes figurent, il est vrai, les infanticides, les avortements et les suppressions d'enfants, crimes spéciaux à la femme, mais dont l'homme est souvent la cause plus ou moins directe. Si la séduction était punie comme elle l'est en Allemagne ; si la recherche de la paternité était permise comme elle l'est dans plusieurs pays, ces crimes seraient peut-être moins nombreux. Quoi qu'il en soit, les femmes forment les dix-neuf vingtièmes des accusés des crimes envers l'enfant ; en toute autre matière, le sexe masculin domine et de beaucoup (voir le tableau annexe I).

Cette supériorité morale de la femme est évidemment due, en grande partie, à sa vie sédentaire ; mais ne peut-on pas aussi l'attribuer à ce

Digitized by Google

Digitized by Google

NATURE des ACCUSATIONS	1860 SEXE des accusés		1890 SEXE des accusés		1860 AGE DES ACCUSÉS							1890 AGE DES AC			
	Hommes	Femmes	Hommes	Femmes	Moins de 21 ans	21 à 25 ans	25 à 30 ans	30 à 40 ans	40 à 50 ans	50 à 60 ans	60 ans et plus	Moins de 21 ans	21 à 25 ans	25 à 30 ans	30 à 40 ans
I. — Nombres proportionnels des accusé															
Crimes contre la vie	82	18	87	13	11	14	11	32	19	8	5	14	16	20	25
Crimes contre des ascendants	81	19	84	16	8	17	15	36	17	7	»	16	16	16	44
Crimes envers l'enfant	12	88	5	95	18	22	20	20	10	5	5	25	21	20	19
Coups non qualifiés meurtre	90	10	90	10	18	15	18	29	15	3	2	13	19	17	22
Viols ou attentats à la pudeur	99	1	99	1	17	9	11	20	19	14	10	14	6	11	22
Autres crimes contre les personnes	85	15	87	13	5	5	9	35	22	17	7	5	5	24	13
Tous les crimes contre l'ordre publ. ou les pers.	79	21	80	20	15	12	13	25	17	11	7	15	13	16	23
Fausse monnaie	88	12	84	16	8	14	18	32	18	10	»	10	19	17	34
Faux et banqueroutes frauduleuses	90	10	90	10	4	7	15	35	24	11	4	3	6	12	33
Vols domestiques et abus de confiance	71	29	85	15	24	18	17	23	11	5	2	15	14	17	29
Autres vols qualifiés	89	11	91	9	21	20	14	23	14	6	2	20	17	21	25
Incendies volontaires	70	30	77	23	21	6	12	20	21	12	8	13	8	9	25
Autres crimes contre les propriétés	88	12	65	35	4	12	16	27	17	18	6	16	6	16	31
Tous les crimes contre les propriétés	84	16	88	12	17	16	15	25	16	8	3	16	14	18	27
Totaux gén. (les deux espèces de crimes)	82	18	85	15	16	15	14	25	17	9	4	16	14	18	25
Crimes cont. l'ordre publ. ou les pers. — **II. — Nombres proportionnels sur**															
Crimes contre la vie	19	16	35	20	13	20	16	24	20	15	13	30	41	38	35
Crimes contre des ascendants	3	3	2	1	2	4	4	5	3	2	»	2	2	2	3
Crimes envers l'enfant	2	70	1	72	20	29	26	14	9	8	11	25	26	19	13
Coups non qualifiés meurtre	9	4	9	4	10	9	11	9	7	2	3	7	12	9	8
Viols ou attentats à la pudeur	59	2	50	1	53	35	38	38	52	62	66	35	18	28	49
Autres	8	5	3	2	2	3	5	10	9	11	7	1	1	4	1
Crimes contre les propriétés.															
Fausse monnaie	2	5	5	7	1	2	2	2	2	2	»	4	8	5	7
Faux et banqueroutes frauduleuses	21	13	13	11	5	8	19	26	20	28	28	2	5	8	16
Vols domestiques et abus de confiance	19	11	11	14	30	26	25	20	16	15	13	11	11	11	12
Autres vols qualifiés	48	62	62	46	55	59	43	42	39	34	39	75	70	70	55
Incendies volontaires	6	7	7	15	8	2	6	5	9	11	20	6	5	4	8
Autres	4	2	2	7	1	3	5	5	5	10	9	2	1	2	2

Digitized by Google

ANNEXES I & II

			1860			1890			1860			1890			1860		1890		1860		1890	
			ÉTAT CIVIL des accusés			ÉTAT CIVIL des accusés			DEGRÉ d'instruction des accusés			DEGRÉ d'instruction des accusés			ORIGINE des accusés		ORIGINE des accusés		DOMICILE des accusés		DOMICILE des accusés	
30 à 50 ans	50 à 60 ans	60 ans et plus	Célibataires	Mariés	Veufs	Célibataires	Mariés	Veufs	Complètement illettrés	Sachant au moins lire	Ayant une instruction sup.	Complètement illettrés	Sachant au moins lire	Ayant une instruction sup.	Nés en France	Nés à l'étranger	Nés en France	Nés à l'étranger	Rural	Urbain	Rural	Urbain
sur 100, PAR NATURE D'AFFAIRES																						
35	7	3	45	45	10	54	40	6	49	48	3	20	78	2	95	5	95	5	71	29	62	38
4	»	4	48	32	10	52	48	»	31	69	»	16	80	4	100	»	96	4	68	32	71	29
7	5	3	69	19	12	71	17	12	60	39	1	34	65	1	99	1	98	2	81	19	71	29
46	9	4	50	47	3	53	42	5	52	47	1	24	74	2	96	4	92	8	79	21	52	48
30	15	13	49	43	8	46	44	10	39	57	4	26	71	3	95	5	91	9	64	36	59	41
29	19	5	22	69	9	26	74	»	56	43	1	26	71	3	99	1	97	3	82	18	70	30
36	10	7	50	41	9	52	39	9	46	51	3	25	72	3	96	4	94	6	71	29	62	38
28	6	1	40	56	4	66	30	4	32	66	2	16	82	2	88	12	87	13	40	60	25	75
39	12	5	26	67	7	35	61	4	9	69	22	7	69	24	97	3	97	3	50	50	37	63
46	7	2	63	34	3	59	38	3	45	48	7	13	73	14	96	4	98	2	40	60	40	60
42	4	1	65	30	5	72	25	3	48	51	1	21	78	1	96	4	96	4	49	51	42	58
30	15	10	48	47	5	44	45	11	61	38	1	31	68	1	98	2	99	1	84	16	77	23
30	9	2	19	78	3	27	62	11	21	63	16	7	86	7	100	»	100	»	72	28	38	62
35	7	3	53	42	5	62	34	4	39	54	7	19	75	6	96	4	91	9	51	49	43	57
35	8	4	52	42	6	58	36	6	42	53	5	21	74	5	96	4	92	8	59	41	51	49
400, PAR CATÉGORIE D'ACCUSÉS																						
30	23	13	16	20	21	32	32	24	20	18	19	25	34	29	18	23	32	27	18	18	31	31
»	»	1	4	2	4	2	2	»	2	4	»	1	2	2	3	»	2	1	3	4	2	1
7	7	7	23	8	23	21	7	23	22	13	4	21	14	7	17	6	16	5	20	11	19	12
9	7	4	8	9	2	8	9	5	9	7	2	8	9	7	8	9	8	11	9	6	7	11
50	59	73	46	49	43	36	45	48	39	52	73	42	39	53	46	61	39	55	42	57	38	43
4	4	2	3	12	7	1	5	»	8	6	2	3	2	2	8	1	3	1	8	4	3	2
5	5	2	1	2	2	6	5	5	2	2	»	5	6	2	2	6	5	18	1	2	4	8
23	24	26	10	31	27	7	23	12	4	25	60	5	12	52	19	15	13	11	20	21	12	15
12	13	6	26	18	14	11	13	10	25	20	25	8	11	28	22	22	12	6	18	28	12	13
46	36	32	55	33	46	69	44	43	56	43	5	68	61	14	45	54	59	63	42	44	54	57
11	19	32	6	8	8	6	11	24	11	5	»	13	7	1	8	3	9	2	12	2	16	4
3	3	2	2	8	3	1	4	6	2	5	10	1	3	3	4	»	2	»	7	3	2	3

Digitized by Google

Digitized by Google

qu'elle conserve plus longtemps que l'homme l'impression de son éducation première ?

Il résulte du rapprochement, dans le tableau annexe II, des chiffres des deux années, que les femmes ont été plus fréquemment poursuivies en 1890 qu'en 1860 pour des crimes contre la vie (20 0/0 d'une part et 16 0/0 de l'autre) et pour des incendies (15 0/0 et 7 0/0) ; mais qu'elles l'ont été bien moins souvent pour des vols qualifiés (46 0/0 au lieu de 62 0/0).

Age. — Au point de vue de l'âge, la répartition proportionnelle des accusés a eu lieu de la manière suivante en 1860 et en 1890 :

	1860			1890		
	Crimes contre les		Ensemble.	Crimes contre les		Ensemble.
	personnes.	propriétés.		personnes.	propriétés.	
	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0
Moins de 21 ans . .	15	17	16	15	16	16
21 à 25 ans	12	16	15	13	14	14
25 à 30 ans	13	15	14	16	18	18
30 à 40 ans	25	25	25	23	27	25
40 à 50 ans	17	16	17	16	15	15
50 à 60 ans	11	8	9	10	7	8
60 ans et plus . . .	7	3	4	7	3	4

Les mineurs de seize ans traduits aux assises sont peu nombreux : 47 en 1860 et 29 en 1890 ; nous avons cru devoir les réunir aux accusés âgés de seize à vingt et un ans. On sait, d'ailleurs, que les individus qui n'ont pas atteint la majorité pénale sont, par application de l'article 68 du Code pénal, jugés correctionnellement, lorsque les crimes qui leur sont imputés n'entraînent que des peines temporaires, ou n'ont pas été commis de complicité avec des majeurs de seize ans. Le nombre de ces enfants jugés pour crime par les tribunaux correctionnels a été de 297 en 1860 et de 181 en 1890, ce qui accuse, d'une année à l'autre, une diminution de 116 mineurs de seize ans poursuivis pour crime, soit de près des deux cinquièmes (1).

Le maximum de criminalité se présente, pour les deux sexes, vers trente ou quarante ans ; jusqu'à cet âge, la propension aux crimes contre les propriétés est plus grande, et c'est le vol qui domine ; après quarante ans, c'est le contraire qui a lieu : à partir de cinquante ans, sur 100 hommes accusés de crimes contre les personnes, 62, plus des trois cinquièmes, le sont pour des attentats à la pudeur commis sur des enfants.

D'après l'analyse du tableau annexe I, il s'est produit un accroissement

(1) Devant les tribunaux correctionnels, le nombre des mineurs de seize ans jugés pour des délits de droit commun a été de 5.431 en 1860 et de 7.381 en 1890 ; c'est une augmentation de 36 0/0.

Digitized by Google

assez sensible du nombre proportionnel des accusés, âgés de moins de trente ans, ayant à répondre de crimes contre la vie : 36 0/0 en 1860 et 50 0/0 en 1890 ; de crimes contre des ascendants : 40 et 48 0/0, et de crimes envers l'enfant, 60 et 66 0/0. En matière de crimes contre les propriétés, le rapprochement des chiffres semble surtout indiquer que les faux monnayeurs associent, aujourd'hui plus qu'autrefois, des jeunes gens à leur criminelle industrie ; le chiffre proportionnel des accusés de moins de vingt-cinq ans jugés pour fabrication ou émission de fausse monnaie s'est élevé de 22 0/0 en 1860 à 29 0/0 en 1890.

État civil. — Sous le rapport de l'état civil, les accusés se divisent proportionnellement comme suit :

	1860			1890		
	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.
	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0
Célibataires	50	53	52	52	62	58
Mariés	41	42	42	39	34	36
Veufs.	9	5	6	9	4	6

La seconde année fournit plus d'accusés célibataires ; l'accroissement est surtout notable pour les crimes contre les propriétés : sur 100 célibataires jugés pour des méfaits de cette nature, 55 l'ont été, en 1860, pour des vols qualifiés, et 69 en 1890.

En ce qui concerne les crimes contre la vie, il y a eu augmentation pour les trois catégories : célibataires, 16 0/0 en 1860 et 32 0/0 en 1890 ; mariés, 20 et 32 0/0 ; veufs, 21 et 24 0/0.

Pour les accusés mariés ou veufs ayant des enfants, la proportion s'est abaissée de 37 0/0 en 1860 à 33 0/0 en 1890.

Degré d'instruction. — Les accusés sont divisés en trois classes au point de vue de leur degré d'instruction : 1° complètement illettrés ; 2° sachant lire seulement ou lire et écrire ; 3° pourvus d'une instruction supérieure.

	1860			1890		
	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.
	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0
Première classe	46	39	42	25	19	21
Deuxième —	51	54	53	72	75	74
Troisième —	3	7	5	3	6	5

Le nombre proportionnel des accusés illettrés a diminué de moitié ; cette réduction, due aux progrès de l'instruction élémentaire, s'est fait sentir sur toutes les espèces de crimes indistinctement, bien que dans une mesure différente (voir tableau annexe I).

Digitized by Google

Laissant de côté la deuxième classe, qui est formée des accusés dont l'instruction est imparfaite à des degrés multiples, nous ne nous occuperons que de la première et de la troisième, dans lesquelles figurent les accusés dont la situation, au point de vue que nous envisageons, est parfaitement caractérisée.

Parmi les crimes contre les personnes, ceux que commettent le plus fréquemment les accusés ne sachant ni lire ni écrire aussi bien que ceux qui ont reçu une instruction supérieure, sont les viols et attentats à la pudeur, les crimes envers l'enfant et les attentats contre la vie. En ce qui touche ces derniers crimes, le tableau annexe II présente, pour les accusés de la troisième classe, une augmentation d'un dixième : 19 0/0 en 1860 et 29 0/0 en 1890 ; par contre, le chiffre proportionnel des accusés de cette catégorie jugés pour des crimes contre les mœurs, est descendu d'un cinquième : de 73 0/0 en 1860 à 53 0/0 en 1890.

Quant aux crimes contre les propriétés, ceux dont se rendent surtout coupables les accusés ignorants sont les vols qualifiés : 56 0/0 en 1860 et 68 0/0 en 1890 ; aux accusés instruits sont principalement imputés des faux, des banqueroutes frauduleuses et des abus de confiance : 85 0/0 en 1860 et 80 0/0 en 1890.

Origine. — Les chiffres de la statistique criminelle qui concernent les accusés nés à l'étranger sont relativement faibles, et il paraît inutile de les réduire en chiffres proportionnels.

Il a été traduit devant le jury 174 accusés d'origine étrangère en 1860, et 318 en 1890 ; c'est par rapport au total général 4 0/0 en 1860 et 8 0/0 en 1890 : accroissement du double ; mais il n'y a pas lieu de s'en étonner quand on voit, par les recensements, que le nombre des étrangers, naturalisés ou non, résidant en France, qui n'était, en 1861, que de 521.640, s'est élevé, en 1891, à 1.300.915. Les rapprochements avec la population correspondante donnent 24 accusés par 100.000 habitants nés à l'étranger, et 10 accusés par 100.000 habitants d'origine française.

Les 318 accusés, jugés en 1890, l'ont été : 137 pour vol qualifié, 55 pour viol ou attentat à la pudeur, 39 pour fabrication de fausse monnaie, 27 pour meurtre ou assassinat, 24 pour faux, 11 pour coups non qualifiés meurtre et 25 pour d'autres crimes.

Si l'on veut connaître la part de l'élément étranger dans la criminalité générale, il convient de tenir compte des crimes et des délits. Les résultats étant très peu dissemblables d'une année à l'autre, nous bornerons notre examen à ceux de 1890.

Pendant cette année, les cours d'assises ont condamné 2.918 accusés et les tribunaux correctionnels 211.431 prévenus ; ensemble 214.349,

Digitized by Google

dont 19.380 étrangers ou 9 0/0, et 194.969 individus d'origine française ou 91 0/0. Comparés à la population recensée en 1891, ces chiffres donnent 1 condamné sur 67 étrangers (soit 14,89 sur 1.000) et 1 condamné sur 188 Français (soit 5,29 sur 1.000). Il s'ensuit que la criminalité des étrangers est trois fois plus forte que celle de nos nationaux.

Les pays limitrophes sont nécessairement ceux qui fournissent le plus grand nombre d'accusés et de prévenus. On compte 10 condamnés sur 1.000 Belges, 14 sur 1.000 Italiens, 16 sur 1.000 Suisses, et 24 sur 1.000 Espagnols. Il eût été intéressant de savoir quelle est également la proportion des condamnés parmi les Alsaciens-Lorrains; mais les casiers judiciaires n'indiquant pas si ceux-ci ont opté ou non pour la nationalité française, le calcul est impossible.

Profession. — La statistique criminelle a toujours consacré aux professions des accusés plusieurs tableaux assez détaillés, dont l'analyse exigerait des développements dans lesquels nous ne pouvons entrer; nous classerons les accusés en six grands groupes:

	1860			1890		
	Crimes contre les		Ensemble.	Crimes contre les		Ensemble.
	personnes.	propriétés.		personnes.	propriétés.	
	—	—	—	—	—	—
	0 0	0 0	0 0	0/0	0/0	0/0
Agriculture	46	31	37	45	33	38
Industrie	30	30	30	28	30	29
Commerce	8	16	13	9	17	14
Domestiques	5	9	7	7	6	6
Professions libérales	7	7	7	5	6	6
Gens sans aveu	4	7	6	6	8	7

Il serait, sans aucun doute, fort utile de comparer le nombre des accusés de chaque groupe avec celui de la population correspondante; mais, comme il est plus que probable que certaines professions n'ont pas été incorporées au même groupe dans le dénombrement et dans la statistique criminelle, il est préférable de s'abstenir. Cependant, on voit par les troisième et sixième colonnes, qu'à trente ans de distance, les différences ne sont que d'un centième; on peut donc en conclure que les diverses classes de la population participent toujours à la criminalité dans la même proportion.

Domicile. — Pour avoir terminé avec les conditions individuelles des accusés, il nous reste à dire deux mots du domicile. Écartons tout d'abord les accusés qui n'avaient pas de domicile fixe: 5 0/0 en 1860 et 12 0/0 en 1890, et voyons comment les autres se distribuent sous le double rap-

Digitized by Google

port de l'importance de la localité qu'ils habitaient et de la nature des crimes qu'ils avaient commis :

		1860			1890		
		Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.	Crimes contre les personnes.	Crimes contre les propriétés.	Ensemble.
		— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0	— 0/0
Accusés domiciliés dans des communes	rurales . . .	71	51	59	62	43	51
	urbaines . .	29	49	41	38	57	49

L'augmentation de huit centièmes que l'on remarque de 1860 à 1890 pour chacun des chiffres s'appliquant aux accusés domiciliés dans des communes urbaines (plus de 2.000 habitants) a sa raison d'être dans l'émigration des campagnes vers les villes, qui a été incessante; le rapport de la population urbaine à la population totale n'était, en 1861, que de 29 0/0; il est, en 1891, de 37 0/0.

Dans les villes, comme dans les campagnes, les crimes les plus fréquents sont les vols, les attentats aux mœurs et les crimes contre la vie. Les accusés ruraux et les accusés urbains ont contribué à l'accroissement du nombre de ces derniers crimes dans une proportion identique, de 18 à 31 0/0 (voir tableau annexe II).

VERDICTS DU JURY — ACCUSATIONS

Après avoir fait connaître le nombre des affaires déférées au jury, celui des accusés qu'elles concernaient, la distribution de ceux-ci d'après le sexe, l'âge, l'état civil, le degré d'instruction, l'origine, la profession et le domicile, il nous faut indiquer le résultat des poursuites.

Des quatre années dont nous nous occupons, les deux premières (1860 et 1869) ont été régies, au point de vue de la composition du jury, par la loi du 4 juin 1853 et les deux autres (1880 et 1890) par celle du 21 novembre 1872, qui est encore en vigueur. Cette dernière a étendu le cercle des incapacités et substitué l'élément judiciaire à l'élément administratif dans la direction des opérations.

Les affaires criminelles, avant d'arriver au jury, ont traversé les parquets, les cabinets d'instruction, les chambres d'accusation; elles ont fait l'objet d'un examen approfondi de la part des magistrats du ministère public et des juridictions d'instruction. On pourrait donc supposer que tous les éléments de preuve ont été recueillis et que la culpabilité des auteurs des crimes a été péremptoirement établie; il résulte pourtant du tableau suivant que, pendant l'année 1890, le jury a rejeté entièrement les trois dixièmes des accusations de crimes contre les personnes et près du cinquième des accusations de crimes contre les propriétés.

Digitized by Google

Nombres proportionnels sur 100 des accusations entièrement rejetées par le jury.

	1860	1869	1880	1890
Crimes contre la vie	16	18	24	29
Crimes contre les ascendants	17	18	11	30
Crimes envers l'enfant	22	32	30	32
Coups non qualifiés meurtre	34	42	34	44
Viols et attentats à la pudeur	19	19	24	27
Tous les crimes contre les personnes	20	22	25	30
Fausse monnaie	13	11	16	18
Faux et banqueroutes	29	29	27	31
Vols domestiques et abus de confiance	13	16	15	30
Autres vols qualifiés	7	5	7	7
Incendies volontaires	36	27	32	41
Tous les crimes contre les propriétés	17	15	16	19

La proportion s'accroît sans cesse en matière de crimes contre les personnes et reste presque stationnaire en matière de crimes contre les propriétés, parce que le passé des accusés est un des éléments que le jury prend en grande considération et que c'est surtout parmi les accusés qui commettent des atteintes aux propriétés que l'on rencontre le plus de récidivistes, plus des deux tiers : 67 0/0 ; pour les accusés d'attentats contre les personnes, la proportion des récidivistes n'est que des deux cinquièmes.

L'élévation, de 16 0/0 en 1860 à 29 0/0 en 1890, du chiffre proportionnel des verdicts négatifs en matière de crimes contre la vie montre bien que ces méfaits, inspirés souvent par la passion, la haine ou la vengeance, trouvent de plus en plus chez le jury non seulement l'indulgence, mais l'absolution. Il n'est peut-être pas téméraire d'ajouter, en ce qui concerne les chiffres de 1890, que la suppression du résumé du président des assises (loi du 19 juin 1881) n'est pas étrangère aux résultats constatés.

Si l'on pénètre plus avant dans la statistique, on remarque que la proportion des rejets complets des accusations s'est élevée, de 1860 à 1890, dans la mesure suivante :

	1860	1890		1860	1890
	0/0	0/0		0/0	0/0
Coups et blessures graves	27	78	Coups à ascendants	18	23
Empoisonnement	24	50			
Parricide	10	43	Abus de confiance	21	41
Avortement	32	42	Incendies volontaires	36	41
Meurtre	15	34	Banqueroute frauduleuse	32	40
Infanticide	21	30	Vol domestique	11	23
Viol ou attentat à la pudeur	19	27	Fausse monnaie	13	18
Assassinat	16	24			

La proportion est absolument la même en 1890 qu'en 1860 pour les coups et blessures ayant occasionné la mort sans intention de la donner, 37 0/0 ; les faux, 29 0/0 et les vols qualifiés, 7 0/0.

Digitized by Google

Il n'est pas sans intérêt d'examiner si le jury est plus indulgent pour les tentatives de crimes que pour les crimes consommés. En réunissant les chiffres des quatre années, on relève, pour toutes les accusations prises dans leur ensemble, des proportions de 20 verdicts négatifs sur 100 pour les crimes consommés et de 25 0/0 pour les tentatives.

Les chiffres correspondants sont de 15 et de 27 0/0 pour les assassinats et de 24 et 27 0/0 pour les meurtres. Si maintenant on rapproche les indications de 1860 de celles de 1890, on trouve un accroissement de 18 à 34 0/0 pour toutes les tentatives de crimes ; ces proportions sont les mêmes pour les tentatives d'assassinat ; quant aux tentatives de meurtre, l'augmentation proportionnelle des verdicts négatifs est de 15 à 37 0/0.

Le Code pénal de 1810 est donc trop sévère pour les tentatives de crimes, qu'elle assimile, au point de vue de la pénalité, aux crimes consommés. Les Codes italien, hollandais, allemand, hongrois, etc., édictent, au contraire, des peines moindres pour les premières que pour les seconds. Il en est de même du projet du Code pénal autrichien et de celui de notre Commission extraparlementaire de revision des lois pénales, qui proposent d'abaisser d'un degré la peine applicable à la tentative. La statistique vient à l'appui de ces projets.

Si l'on réunit toutes les accusations, sans distinction de nature, on constate que la proportion de celles qui ont été admises avec des modifications est presque invariable : 19 0/0 pour les crimes contre les personnes et 16 0/0 pour les crimes contre les propriétés. Si, au contraire, on envisage séparément les crimes consommés et les tentatives, on relève pour celles-ci une proportion de 32 0/0 et pour ceux-là une proportion de 14 0/0 seulement.

Sur 100 accusations que le jury n'accueillait en 1860 qu'en les atténuant, 36 ne laissaient plus au fait que le caractère de délit ; en 1890, la proportion correspondante est de 48 0/0. Le jury correctionnalise donc lui-même de plus en plus.

La proportion des accusations admises entièrement à l'égard du seul accusé ou de l'un des accusés, qui dépassait les deux tiers en 1860, n'atteint pas les six dixièmes en 1890 ; en matière de crimes contre les personnes, elle est même descendue de 61 0/0 à 51 0/0. Il est donc indéniable que, devant le jury, la répression s'est affaiblie. Cette appréciation se trouve confirmée par les indications relatives aux circonstances atténuantes, qui, mieux encore que celles des acquittements, donnent une idée exacte de l'indulgence du jury.

VERDICTS DU JURY — ACCUSÉS

En 1890, un peu plus des sept dixièmes des accusés déclarés coupables, 71 0/0, ont vu admettre en leur faveur les circonstances atténuantes ; mais

Digitized by Google

cette proportion, qui n'est que de 66 0/0 à l'égard des accusés convaincus de crimes contre les propriétés, s'élève à 81 0/0 pour ceux qui avaient à répondre d'attentats contre les personnes.

Voici, d'ailleurs, pour les années 1860 et 1890, les chiffres proportionnels par nature d'affaires :

Nombres proportionnels sur 100 des déclarations de circonstances atténuantes :

	1860	1890		1860	1890
	0/0	0/0		0/0	0/0
Empoisonnement	90	100	Parricide	90	66
Infanticide	98	95	Coups à ascendant	64	66
Meurtre	80	90			
Suppression d'enfant	66	90	Fausse monnaie	81	89
Coups et blessures graves	82	90	Incendies volontaires	92	89
Assassinat	67	78	Banqueroute frauduleuse	83	87
Viol ou attentat à la pudeur	70	77	Faux	89	84
Avortement	63	72	Abus de confiance	86	83
Coups ayant occasionné la mort sans intention de la donner	84	72	Vols domestiques	83	82
			Autres vols qualifiés	58	58

Ainsi, la proportion des cas dans lesquels le jury a déclaré l'existence de circonstances atténuantes s'est élevée de 90 à 100 0/0 en matière d'empoisonnement, de 80 à 90 0/0 en matière de meurtre, et de 67 à 78 0/0 en matière d'assassinat ; c'est un dixième de plus pour les crimes contre la vie ; l'accroissement est de 7 centièmes pour les viols ou les attentats à la pudeur ; le chiffre proportionnel est, à une unité près, le même pour les crimes envers l'enfant, et plus faible de 3 centièmes pour les crimes contre les ascendants ; s'il est descendu de 84 à 73 0/0 pour les coups non qualifiés meurtre, il ne faut pas perdre de vue qu'en cette matière la proportion des accusations de coups et blessures graves rejetées entièrement est montée de 27 0/0 à 78 0/0. Quant aux crimes contre les propriétés, il est facile de voir, par les chiffres ci-dessus, que l'indulgence du jury s'est manifestée en 1860 et en 1890 à peu près dans la même mesure pour chaque espèce de crime.

Il ressort aussi des verdicts du jury, rapprochés des peines encourues, que plus celles-ci sont sévères, plus le jury se montre indulgent.

	1860	1890
	0/0	0/0
Faits entraînant la peine de mort (circonstances atténuantes)	88	86
— — des travaux forcés à perpétuité	73	83
— — — — à temps	65	62

Les faits passibles de la réclusion, et qui sont nécessairement les moins graves, font l'objet de circonstances atténuantes 80 fois sur 100, et un simple emprisonnement est prononcé contre les accusés qui bénéficient de ces verdicts.

Digitized by Google

Les magistrats s'associent largement à l'indulgence des jurés. Dans les cas où ils peuvent abaisser la peine de deux degres, ils epuisent leur pouvoir d'atténuation 70 fois sur 100. Les proportions relatives aux accusés de crimes contre les personnes sont les mêmes en 1860 qu'en 1890 : peines descendues d'un degré : 36 0/0 ; de deux degrés 64 0/0 ; mais en ce qui touche les accusés de crimes contre les propriétés, ce dernier chiffre, qui n'avait été que de 63 0/0 en 1860, est successivement monté à 69 0/0 en 1869, à 70 0/0 en 1880, et à 73 0/0 en 1890.

Les verdicts du jury ont entraîné les décisions suivantes :

	Acquittements.	Condamnations à des peines afflictives et infamantes.	Condamnations à des peines correctionnelles.		Acquittements.	Condamnations à des peines afflictives et infamantes.	Condamnations à des peines correctionnelles.
	0/0	0/0	0/0		0/0	0/0	0/0
1860. . .	24	39	37	1880. . .	25	37	38
1869. . .	23	36	41	1890. . .	28	36	36

En vertu des déclarations de culpabilité, les magistrats ont prononcé les peines ci-après contre les accusés :

Nombres proportionnels sur 100.

	1860	1869	1880	1890
La mort.	1,1	0,5	0,7	1,1
Les travaux forcés à perpétuité.	4,1	4,1	4,0	3,3
— à temps.	24,4	21,7	23,9	27,4
La réclusion.	21,6	20,9	20,0	18,4
L'emprisonnement pour plus d'un an	41,8	45,8	42,7	39,1
— pour un an et moins ou l'amende .	6,4	6,4	7,7	10,2
La détention correctionnelle (1)	0,6	0,6	1,0	0,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0

Condamnations à mort. — Le nombre des accusés condamnés à la peine capitale, qui était descendu de 39 en 1860 à 18 en 1869 est remonté à 23 en 1880 et à 32 en 1890. Parmi ces 112 condamnés à mort, on comptait 9 femmes (8 0/0) et 18 mineurs de vingt et un ans (16 0/0). La justice a suivi son cours à l'égard de 27 condamnés en 1860, de 10 en 1869, de 2 en 1880 et de 7 en 1890. Ces 46 condamnés exécutés avaient été déclarés coupables : 39 d'assassinat, 3 de meurtre accompagné de vol, 2 de parricide, 1 d'empoisonnement et 1 d'infanticide ; ce dernier était le grand-père de la victime.

Condamnations aux travaux forcés. — La loi du 30 mai 1854 astreint à la résidence perpétuelle, dans la colonie où ils ont subi leur peine, les accusés condamnés à huit ans et plus de travaux forcés. En 1860, la proportion de ces derniers n'était que de 35 0/0 ; en 1890, elle est de

(1) Accusés, mineurs de seize ans, *acquittés* comme ayant agi sans discernement, mais envoyés dans une maison de correction, par application de l'article 66 du Code pénal.

Digitized by Google

43 0/0. Les accusés frappés de moins de huit ans de travaux forcés résident dans la colonie pendant un temps égal à la durée de leur condamnation avant d'être autorisés à rentrer en France ; mais le nombre de ceux qui se font rapatrier est très restreint ; aussi le chiffre des récidivistes (accusés ou prévenus) libérés des travaux forcés est-il tombé de 882 en 1860 à 359 en 1890.

Surveillance de la haute police et interdiction de séjour. — Jusqu'en 1874, toute condamnation aux travaux forcés à temps ou à la réclusion entraînait de plein droit la surveillance à vie. Une loi du 23 janvier 1874 a rendu temporaire cette peine accessoire en en fixant le maximum à vingt ans et a, en outre, autorisé les cours d'assises non seulement à réduire cette durée, mais à dispenser même de ladite peine les condamnés. Enfin, la loi du 27 mai 1885 a substitué à la surveillance de la haute police l'interdiction de séjour, tout en maintenant les dispositions de la loi de 1874 relatives à la durée maxima, à la réduction de celle-ci et à la suppression facultative de la peine. Négligeant les années 1860 et 1869 et nous restreignant aux deux dernières, 1880 et 1890, nous constatons qu'en 1880 il a été fait remise de la surveillance de la haute police à 53 condamnés sur 100 et qu'en 1890 l'interdiction de séjour a été supprimée en faveur de 70 condamnés sur 100. Il semble qu'on peut induire du rapprochement de ces deux proportions que les magistrats s'appliquent à diminuer les obstacles qui s'opposent au reclassement des libérés dans la société.

Nous terminerons ces aperçus statistiques en envisageant les verdicts du jury dans leurs rapports avec certaines conditions individuelles des accusés, telles que le sexe, l'âge, le degré d'instruction et la profession. Les résultats présentés à cet égard par les comptes de 1860 et de 1890 sont résumés dans ce tableau :

Nombres proportionnels sur 100.

	1860			1890		
	Acquittements.	Condamnations à des peines afflictives et infamantes.	Condamnations à des peines correctionnelles.	Acquittements.	Condamnations à des peines afflictives et infamantes.	Condamnations à des peines correctionnelles.
	—	—	—	—	—	—
Hommes	23	39	38	25	38	37
Femmes	30	37	33	47	25	28
Accusés âgés de moins de 16 ans.	34	»	66	45	»	55
— 16 à 21 ans	18	29	53	29	25	46
— 21 à 40 ans	25	42	33	27	40	33
— 40 à 60 ans	27	41	32	32	35	33
— 60 ans et plus.	27	32	41	32	26	42
Accusés complètement illettrés.	20	43	37	26	39	35
— sachant au moins lire.	27	37	36	28	36	36
— ayant reçu une instruction supérieure	36	25	39	38	25	37

Digitized by Google

Les acquittements sont toujours plus nombreux proportionnellement pour les femmes que pour les hommes. En 1860, les femmes accusées de meurtre et d'assassinat n'avaient été acquittées que dans la proportion de 24 0/0; celle-ci s'élève, en 1890, à 40 0/0.

Si l'on fait abstraction des mineurs de seize ans, on voit que l'indulgence du jury est en raison directe de l'âge des accusés; elle a été, toutefois, beaucoup plus grande en 1890 qu'en 1860 à l'égard des accusés âgés de seize à vingt et un ans.

Pour le degré d'instruction, les proportions se présentent dans le même ordre en 1860 comme en 1890 et attestent, de la part du jury, plus de dispositions à l'indulgence lorsque l'accusé est instruit que lorsqu'il est illettré. Ici, la nature des crimes joue un rôle prépondérant et l'on peut voir, par le tableau annexe II, que les ignorants commettent le plus souvent des crimes graves contre les personnes, tandis que les accusés lettrés sont impliqués dans des accusations de banqueroute frauduleuse, d'abus de confiance, etc., que le jury rejette 40 fois sur 100.

Eu égard aux professions des accusés, les comptes des deux années donnent les indications suivantes : agriculture: 26 acquittements sur 100 en 1860 et 27 sur 100 en 1890; industrie: 20 et 27 sur 100; commerce: 35 et 33 sur 100; domesticité: 18 et 29 sur 100; professions libérales: 35 et 43 sur 100 et gens sans aveu: 18 et 22 sur 100. On trouve les proportions les plus élevées pour les accusés appartenant au commerce et aux professions libérales, c'est-à-dire aux deux classes qui exigent le plus d'instruction; ce qui confirme la constatation précédente.

CONCLUSIONS

Le nombre des faits ayant conservé un caractère criminel depuis le début des poursuites jusqu'à la solution définitive n'a cessé d'augmenter et, si l'accroissement n'a été, en trente années, que d'un dixième, c'est parce que la correctionnalisation extra-légale dissimule un très grand nombre de crimes. Sans revenir sur ce que nous avons dit plus haut d'une pratique, peut être excusable en fait, mais certainement condamnable en droit, nous pensons que la loi devrait classer parmi les délits certaines infractions, telles que les abus de confiance et les vols domestiques de peu d'importance, les petites escroqueries commises à l'aide de faux, les attentats à la pudeur, lorsqu'ils ne constituent, en réalité, que de simples outrages publics à la pudeur, etc. Il ressort, en effet, de la statistique, qu'à l'égard de ces méfaits, le jury rend des verdicts négatifs 40 fois sur 100 et qu'il admet les circonstances atténuantes en faveur des huit dixièmes des accusés qu'il déclare coupables. N'y a-t-il pas là une indication? Les lois de 1824, de 1832 et de 1863 ont adouci les

Digitized by Google

rigueurs du Code de 1810; il faut continuer cette œuvre, nos mœurs actuelles le commandent. On pourrait adopter le système belge et confier aux juges d'instruction et aux chambres d'accusation le soin d'écarter les circonstances aggravantes dans les affaires qui ne leur semblent pas dignes d'être soumises au jury; mais nous persistons à croire qu'une correctionnalisation légale serait préférable.

Le peu d'importance des crimes dont il a à connaître détermine souvent le jury à rendre un verdict négatif ou mitigé par les circonstances atténuantes; mais ce motif n'est pas le seul, il faut y ajouter l'élévation de la peine édictée par la loi pénale. L'article 342 du Code d'instruction criminelle, qui « défend aux jurés de considérer les suites que peut avoir, par rapport à l'accusé, leur déclaration », est tombé en désuétude en ce sens qu'on ne conteste plus au défenseur le droit d'exposer au jury le peu de proportion qu'il aperçoit entre la gravité du fait imputé et la durée ou la nature de la peine encourue.

Ainsi, en matière d'infanticide, les acquittements sont très fréquents et les circonstances atténuantes sont de règle. Ce crime est incontestablement grave, au point de vue social; mais les conditions de sa perpétration en atténuent quelquefois l'horreur. Lorsqu'il est commis pour sauvegarder l'honneur ou qu'il est inspiré par la honte ou le remords, la répression ne pourrait-elle être diminuée et ne vaudrait-il pas mieux que cet adoucissement fût écrit dans la loi que de voir l'infanticide dégénérer fictivement à l'audience en suppression d'enfant ou en homicide involontaire d'enfant nouveau-né par sa mère? Le législateur de 1824 l'avait bien compris quand il autorisait exceptionnellement la cour d'assises à abaisser la peine en faveur de la mère coupable d'infanticide. « Si, en tous les pays, dit M. Lacointa, la justice tend à amoindrir, en général, la répression de l'infanticide, c'est parce que le méfait est le plus souvent commis par la mère, sur laquelle les lois civiles rejettent trop fréquemment tout le fardeau des devoirs qui résultent de la naissance d'un enfant, tandis que les épaules les plus fortes en sont déchargées et que les audiences offrent maintes fois le douloureux spectacle de l'impunité absolue du séducteur, impunité rendue plus révoltante par le cynisme ou l'insouciance de celui qui échappe — il ne le sait que trop — à toute action. Si des mesures législatives modifiaient ce qu'un tel contraste a d'affligeant, la justice criminelle serait moins énervée. » Il y a donc quelque chose à faire pour mesurer la peine au degré de perversité de la coupable. Le moyen d'atteindre ce but ne serait-il pas d'assimiler l'infanticide au meurtre et à l'assassinat sans en faire un crime spécial? De cette façon les infanticides réellement commis avec préméditation seraient réprimés par la peine de mort, mais ceux qui sont commis spontanément sous l'influence des souffrances physiques et morales qu'endure la

Digitized by Google

femme au moment de la mise au monde de son enfant ne seraient frappés, par la loi, que des travaux forcés à perpétuité, ce qui permettrait aux cours d'assises, en cas de déclaration de circonstances atténuantes, d'abaisser la peine à un degré inférieur à celui de la loi actuelle.

Il en est de même du crime de falsification de monnaie d'or ou d'argent ayant cours légal en France, à l'égard duquel la peine des travaux forcés à perpétuité est souvent excessive. En effet, la contrefaçon et l'altération, même grossière et facile à découvrir, sont mises sur le même pied par le législateur; la criminalité n'est cependant pas la même; les rigueurs extrêmes de la loi devraient être réservées au véritable contrefacteur. Aussi, qu'arrive-t-il pour celui qui s'est borné à diminuer la valeur intrinsèque de pièces de monnaie? Que très souvent, dans la pratique, on considère son acte comme une de ces manœuvres frauduleuses que prévoit l'article 405 du Code pénal et qu'on le poursuit pour escroquerie, parce que si l'on déférait l'affaire au jury, celui-ci sachant que, même avec les circonstances atténuantes, la peine serait encore celle de la réclusion, répondrait négativement sur la question de culpabilité. Le rapporteur de la loi de 1832 disait : « La meilleure garantie de la monnaie nationale est dans sa perfection. Une contrefaçon faite avec quelque art exigerait un appareil de fabrication qui rendrait la clandestinité impossible; une contrefaçon clandestine ne peut s'opérer qu'avec les procédés les plus imparfaits et il arrive qu'à des fabrications tellement grossières, l'œil le moins exercé ne peut longtemps s'y tromper. » Le législateur a donc peut-être eu tort d'édicter une peine aussi grave que celle des travaux forcés à perpétuité pour un crime d'une perpétration difficile et dont la découverte est aisée. La statistique semble, du reste, le démontrer. De 1888 à 1890, en trois années, 247 accusés ont été déclarés coupables de falsification de monnaies d'or ou d'argent ayant cours légal en France; le jury a admis les circonstances atténuantes en faveur de 229 d'entre eux (93 0/0), parmi lesquels 169 (73 0/0) ont vu leur peine descendue de deux degrés. On se demande si le moment n'est pas venu de mettre la législation en harmonie avec la réalité des faits.

D'autres exemples seraient encore à citer; mais c'est surtout lorsque le jury est en présence d'un crime passionnel qu'il éprouve une certaine répugnance à répondre affirmativement. Pour remédier à cet inconvénient, on a proposé d'apporter aux articles 341 du Code d'instruction criminelle et 463 du Code pénal une modification empruntée à la législation genevoise et ayant pour effet de donner au jury le pouvoir de déclarer l'existence de circonstances *très* atténuantes, afin de permettre aux magistrats d'appliquer les dispositions de l'article 401 du Code pénal, sans pouvoir, toutefois, abaisser la peine au-dessous du niveau correctionnel. Mais ce système ne serait-il pas en opposition avec nos mœurs judiciaires et n'y

Digitized by Google

aurait-il pas lieu de craindre, en présence de la tendance si marquée à l'indulgence, dont le jury donne chaque jour des preuves, que l'admission des circonstances *très* atténuantes ne devînt trop fréquente et que de véritables assassinats et de véritables meurtres ne fussent frappés que de peines absolument dérisoires?

En Hollande, la loi pénale n'édicte jamais qu'un maximum, et, dans tous les cas, le minimum peut être réduit à sa plus simple expression; mais il n'y a pas de jury. Dans les pays scandinaves, les circonstances *très* atténuantes existent; mais en Suède et en Norvège il n'y a pas de jury pour les affaires criminelles et en Danemark, où il y a un jury, c'est aux magistrats seuls qu'il appartient de se prononcer sur les circonstances atténuantes ou très atténuantes.

Le nouveau Code pénal italien contient une disposition qui atténue la peine à l'égard de celui qui s'est fait justice lui-même, lorsque le délit résulte du concours des circonstances suivantes :

1° Acte externe privant une personne d'un droit dont elle jouit et accompli, malgré son opposition expresse ou présumée;

2° Croyance chez l'agent qu'en accomplissant cet acte il use lui-même d'un droit;

3° Certitude qu'il fait une chose injuste en la forme;

4° Défaut de qualification plus grave, motivant une poursuite d'un autre caractère. » (Voir *Lacointa*, traduction du Code pénal italien, sur les articles 235 et 236.)

Ne pourrait-on pas introduire dans notre législation une disposition analogue?

En résumé, un fait demeure certain, c'est que les acquittements en cour d'assises sont très nombreux. Si ces verdicts négatifs du jury étaient toujours fondés sur l'absence réelle de culpabilité des auteurs présumés des crimes, on pourrait peut-être se féliciter de rencontrer tant d'innocents et il n'y aurait plus qu'à déplorer le peu de clairvoyance des juridictions d'instruction. Mais, on ne doit pas se le dissimuler, il n'en est que très rarement ainsi et ce qui dicte le plus souvent au jury sa déclaration négative, c'est la disproportion qui existe entre le fait et la peine. L'urgence d'une réforme législative n'est donc pas discutable. La revision de nos lois pénales a été confiée, en 1887, à une Commission extraparlementaire et il est vivement à désirer que son travail soit soumis aux Chambres dans le plus court délai possible. Depuis trop longtemps, les magistrats et les jurés emploient, pour remédier au mal que nous signalons, des procédés contraires à l'esprit comme au texte de la loi, qui énervent la répression et trahissent la vérité. Le moment est venu de mettre un terme à l'arbitraire et aux fictions; tout par la loi et rien que par la loi.

Digitized by Google

M. J. CURIE

Lieutenant-colonel du Génie en retraite, à Versailles.

LA REPRÉSENTATION PROPORTIONNELLE. — APPLICATION DÉTAILLÉE DE LA SOLUTION PROPOSÉE PAR L'AUTEUR

— Séance du 11 août 1894 —

INTRODUCTION

Dans deux articles précédents, qui ont paru dans les Comptes rendus de l'Association française pour l'avancement des sciences de 1889 (Congrès de Paris) et de 1891 (Congrès de Marseille), j'ai étudié la question de la représentation proportionnelle, surtout au point de vue théorique. Je vais chercher aujourd'hui à présenter ma solution de manière à en faire mieux voir le fonctionnement et à insister sur les détails d'application de manière à en faire ressortir davantage le caractère pratique.

DÉFAUTS DES SYSTÈMES D'ÉLECTIONS FONDÉS SUR LE PRINCIPE DE LA MAJORITÉ ABSOLUE

Je rappellerai d'abord que, dans mon mémoire de 1889, j'ai démontré que, dans le système de la majorité absolue, avec le scrutin de liste ordinaire, comme avec le scrutin d'arrondissement, par le seul fait du hasard de la répartition des opinions dans les circonscriptions électorales, on peut arriver, dans un pays où la majorité des électeurs est à la minorité dans le rapport de 4 à 3, ou bien à ce que la représentation soit réellement proportionnelle, ou encore, soit à l'un, soit à l'autre des résultats absolument injustes que voici :

1° La majorité accaparera pour elle la totalité des sièges, ou

2° La majorité pourra n'être représentée que par 91 députés sur 602, ou les 3/20es environ des élus.

L'exemple suivant fait voir aussi à quelles anomalies bizarres conduit le système de la majorité absolue. Une commune qui compte 3.000 électeurs élit 6 conseillers rouges ; la commune voisine, où il y a 2.000 électeurs,

Digitized by Google

élit 4 conseillers blancs. Les deux communes viennent à être réunies en une seule. A partir de ce moment, la nouvelle commune, qui compte 5.000 électeurs, élit 10 conseillers rouges. Ainsi, non seulement la deuxième commune a perdu ses 4 conseillers blancs; mais elle en a, en outre, fourni 4 rouges à la commune à laquelle elle est annexée. Il résulte de là un gain véritable de 8 voix pour le parti rouge.

IDÉE D'ENSEMBLE DE LA SOLUTION PROPOSÉE

Au lieu de fixer à l'avance, comme on le fait d'ordinaire, le nombre de sièges à assigner à chaque circonscription, nous simplifions le problème en posant la question d'une autre manière. Nous fixons à l'avance et une fois pour toutes le chiffre d'élection lui-même; c'est-à-dire le nombre de voix que devra réunir un candidat pour être élu. Comme ce chiffre sera choisi arbitrairement, il sera toujours possible de l'augmenter ou de le diminuer ultérieurement de manière que le nombre total des élus soit maintenu dans des limites convenables.

Si le nombre total des sièges à pourvoir était fixé à l'avance, on pourrait diviser le nombre total des voix réunies dans tout le pays par ce nombre de sièges augmenté de l'unité, et prendre pour chiffre d'élection le quotient ainsi obtenu, auquel M. Hagenbach-Bischoff donne le nom de quotient absolu (1).

On peut profiter de la simplification qui consiste à fixer à l'avance le chiffre d'élection, pour compléter la solution de manière à rendre la représentation rigoureusement proportionnelle dans le pays tout entier.

A cet effet, nous posons deux autres principes:

1° Celui du rattachement des listes entre elles, pour l'utilisation des voix perdues, ce qui permet de terminer l'opération du dépouillement et du recensement comme s'il n'existait que deux partis en présence, le rattachement ne produisant son effet qu'après que chaque parti a obtenu tout ce qu'il lui était possible d'obtenir isolément;

2° Le principe de la liberté des circonscriptions électorales, qui permet

(1) M. Hagenbach-Bischoff établit que si S représente le nombre total des suffrages, n le nombre des représentants à élire et q le chiffre d'élection, la division de S par q doit donner $S = nq + r$, et le reste $r = S - nq$ doit être inférieur à q. De $S - nq < q$, on déduit $\frac{S}{n+1} < q$. Il faut donc prendre pour q le nombre entier immédiatement supérieur à $\frac{S}{n+1}$. S'il y a en présence un nombre l de listes différentes, la probabilité pour que le quotient absolu q ainsi obtenu donne immédiatement le total n des représentants à élire est $\frac{1}{1.2.3\ldots(l-1)}$. Dans le cas où il n'y a que deux listes en présence, on a $l = 2$ et cette probabilité est égale à 1, c'est-à-dire qu'alors il y a certitude et que le quotient absolu q est le chiffre d'élection définitif cherché. Dans le cas contraire, ce chiffre q peut être trop fort et doit alors être diminué suivant le système D'Hondt. (Voir l'application au dépouillement de la deuxième circonscription.)

Digitized by Google

de faire le dépôt des listes d'un parti dans tous les départements où l'on pense qu'elles pourront avoir des adhérents et de reporter ensuite les voix qui sont perdues dans les scrutins locaux, de manière à les utiliser au recensement général.

On vote pour un nom et pour une liste de noms classés par ordre de préférence, qui a été déposée, au préalable, à la préfecture, un nombre déterminé de jours avant le vote. En faisant le dépôt, on a dû mentionner, par ordre de préférence, les listes auxquelles cette liste est rattachée.

En réalité, le vote est uninominal et ne peut être compté qu'à un seul candidat. Mais s'il ne peut contribuer à faire élire le candidat dont l'électeur a porté lui-même le nom en tête de son bulletin, il comptera au premier nom de la liste, ou, s'il ne peut lui être utile, au nom suivant, et ainsi de suite. Enfin, s'il ne peut contribuer à l'élection d'un nom de la liste, il pourra être compté à un nom d'une autre liste rattachée à la première (1). Si l'on votait pour un nom seul, il arriverait inévitablement, par suite d'une trop grande concentration ou dispersion des voix, que beaucoup de votes seraient perdus.

Le vote pour une liste seulement simplifierait sensiblement les opérations; mais le vote pour un nom et pour une liste est préférable au point de vue de la liberté du choix de l'électeur. Il vote pour le candidat qu'il connaît et qu'il préfère; et si ce candidat ne peut profiter de son vote, la liste qu'il a choisie ou une des listes qui y sont rattachées comptera pour elle ce vote qui ainsi ne sera pas perdu.

Au dépouillement, il faut compter d'abord les votes pour un nom seul, afin d'éviter autant que possible qu'ils soient perdus, puis les votes pour un nom avec liste, afin d'avoir égard aux préférences des électeurs, et enfin les votes de listes qui sont les plus faciles à grouper.

TRAVAIL PRÉPARATOIRE

FORMATION DES LISTES.....

Cette manière de voter exige, si l'on veut que les listes sur lesquelles on vote soient composées avec soin, un travail préparatoire qui peut se faire de diverses manières, bien ou mal, avec soin ou plus ou moins au hasard, sans que le résultat influe en rien sur les opérations du vote officiel et même sur la part qui sera faite à chaque parti à la suite de ces opérations, si ce n'est en ce que l'électeur pourra être plus disposé à voter avec ceux qui auront fait ce travail

(1) Un vote ne peut pas être attribué à un candidat, si ce candidat n'est pas éligible ; ou si ce candidat a déjà obtenu le chiffre d'élection, par suite des opérations du dépouillement; ou si, avec les bulletins qui pourraient lui être attribués, il ne peut atteindre au chiffre d'élection. Alors les bulletins de liste qui ne peuvent lui être comptés le seront au nom qui, à ce moment, est le premier sur la liste, ou encore à une liste rattachée à la première.

Digitized by Google

avec le plus d'ordre et de conscience, quand même il ne partagerait pas tout à fait leurs opinions.

Quoi qu'il en soit, il est de l'intérêt de chaque parti que le choix des candidats soit fait de manière à faire figurer sur les listes les hommes les plus dignes et les plus susceptibles d'attirer un grand nombre de suffrages.

..... AU MOYEN DU SCRUTIN DE LISTE ORDINAIRE

On pourra, si l'on veut, avoir recours au scrutin de liste ordinaire, dans des réunions électorales dont les membres auraient à peu près les mêmes opinions. On sait, en effet, que le scrutin de liste aboutit à former des listes où les noms sont classés d'après les nombres de voix obtenus. Ces réunions d'électeurs d'une même couleur politique devraient avoir lieu dans toutes les localités de chaque circonscription, et les résultats du vote seraient centralisés au chef-lieu. L'emploi du scrutin de liste n'aurait aucun inconvénient si les opinions des membres de ces réunions étaient peu différentes les unes des autres.

..... PAR UN PERSONNAGE EN VUE OU UN COMITÉ

Un personnage très en vue ou un comité composé d'hommes influents pourrait aussi soumettre au vote une liste établie d'une manière quelconque.

..... PAR LE PROCÉDÉ DE VOTE PROPOSÉ

On peut encore, dans les réunions préparatoires, appliquer le procédé même que nous proposons pour le vote officiel, sans qu'il soit indispensable, dans ce cas, que les réunions ne comprennent que des électeurs de la même opinion.

Seulement, pour la formation de simples listes de noms classés par ordre de préférence, le dépouillement se fera autrement que lorsqu'il s'agit, pour chacune des listes, d'atteindre une ou plusieurs fois le chiffre d'élection dont il n'y a pas à s'occuper ici.

Nous allons faire voir comment il faut procéder pour arriver à la formation des listes dans les réunions électorales préparatoires.

Quelques groupes auraient préparé des listes toutes faites de noms classés par ordre de préférence.

Supposons que, dans la première circonscription, les diverses nuances du parti républicain aient préparé trois listes provisoires pour les soumettre aux réunions préparatoires. Ces listes sont :

Liste a'	Liste a''	Liste a'''
Alexandre.	Albert.	Alfred.
Alphonse.	Alphonse.	Alexandre.
Alfred.	Alexandre.	Albert.
Alexis.	Alfred.	Alexis.
Albert.	Alexis.	Alphonse.
Abdon.	Apollinaire.	
Abel.		

Digitized by Google

Le vote des réunions préparatoires, centralisé au chef-lieu de la circonscription, donne les résultats suivants (1) :

Alexandre, liste a'	8.000	Albert, liste a''. .	6.000	Alfred, liste a'''. .	3.000
Albert, liste a'. .	5.000	Alexandre, liste a''	5.000	Alexandre, le a''' .	2.500
Alphonse, liste a'.	4.000	Alexis, liste a''. .	400	Albert, liste a'''. .	2.000
Liste a' . .	20.000	Alfred, liste a''. .	300	Liste a''' . .	2.500
		Liste a'' . .	15.000		
	37.000		26.700		10.000
			73.700		

Il est essentiel de remarquer qu'à tout moment du dépouillement, chaque bulletin doit être considéré comme ne portant qu'un seul nom : d'abord celui qui figure en tête, et ensuite le premier des noms de la liste ou le premier de ceux de ces noms qui y restent à un moment donné, après que plusieurs des premiers noms peuvent être regardés comme effacés sur les listes.

L'opération de la formation des listes devra donc arriver à *désigner successivement* les différents noms à porter sur ces listes; le dépouillement du scrutin se fera comme il suit :

Pour le premier nom de la liste, on aura :

Alexandre, liste a'.	8.000	Albert, liste a''.	6.000	Alphonse, liste a .	4.000
Alexandre, — a''.	5.000	Albert, — a' .	5.000	Alexis, — a''.	400
Alexandre, — a'''	2.500	Albert, — a'''.	2.000	Alfred, — a'''.	3,000
Liste a'.	20.000	Liste a'' .	15.000	Alfred, — a''.	300
Alexandre (désigné) .	35.500	Albert. . . .	28.000	Liste a'''.	2.500
				Alfred. . . .	5.800

Alexandre ayant réuni 35.500 voix, c'est-à-dire un nombre supérieur aux nombres obtenus par chacun des autres candidats, sera le premier de la liste.

(1) Si ce dépouillement donnait encore les résultats suivants répartis sur deux autres listes :

m'	m''	ajoutées aux listes a', a'', a'''.
Macaire.	Maximin.	
Maximin.	Macaire.	

Macaire, liste m'.	8.000	Maximin, liste m''	1.000
Liste m'.	6.000	Liste m''	5.000
Macaire	14.000	Maximin.	6.000

Il est clair que ces votes devraient faire obtenir un élu à la liste radicale, et que, quand même le total n'atteindrait pas le chiffre d'élection 20.000, ces votes reportés au recensement général devraient pouvoir être complétés et contribuer à faire obtenir un siège au parti.

Or, sur la liste commune, non réduite, résultant du dépouillement et du recensement du vote préparatoire de la première circonscription, les noms de Macaire et de Maximin ne prendraient que les numéros 9 et 10.

Néanmoins, Macaire pourrait être élu par 20.000 votes de préférence portant « Macaire, liste a' », quand même la liste a' aurait été réduite à cinq noms, comme nous l'avons supposé, ce qui, du reste, pourrait ne pas avoir lieu.

Quoi qu'il en soit, le parti radical, à la vue du résultat du vote préparatoire, devrait, dans son intérêt, se séparer et adopter une liste à part, qui deviendrait la liste m' portant les noms :

Macaire.
Maximin.

Les votes de liste de ce parti pourraient alors, s'ils n'atteignaient pas le chiffre d'élection, être reportés au recensement général comme votes acquis au parti radical et susceptibles d'être facilement complétés par des votes provenant des autres circonscriptions.

Digitized by Google

Deuxième nom.

On reprend, pour trouver le deuxième nom de la liste, les mêmes bulletins, en supposant Alexandre rayé, puisqu'il est déjà désigné. Les listes deviennent alors :

Liste a'	Liste a''	Liste a'''
Alphonse.	Albert.	Alfred.
Alfred.	Alphonse.	Albert.
Alexis.	Alfred.	Alexis.
Albert.	Alexis.	Alphonse.
Abdon.	Apollinaire.	
Abel.		

Les 35.500 bulletins de vote comptés à Alexandre ne peuvent plus être utilisés que pour les noms portés sur les listes et sont à répartir de manière à s'ajouter, comme il suit, aux nombres de voix déjà obtenus par les autres noms.

Report :	Albert	28.000	Alfred	5.800	Alphonse	4.000	Alexis	400
A ajouter (1) :	Liste a''	5.000	Liste a'''	2.500	Liste a'	8.000		
						20.000		
	Albert (*désigné*).	33.000	Alfred	8.300	Alphonse	32.000		

Albert sera le deuxième sur la liste.

Troisième nom.

Les listes deviennent, une fois Albert rayé :

Liste a'	Liste a''	Liste a'''
Alphonse.	Alphonse.	Alfred.
Alfred.	Alfred.	Alexis.
Alexis.	Alexis.	Alphonse.
Abdon.	Apollinaire.	
Abel.		

En répartissant sur les noms restants les bulletins comptés à Albert, on trouve :

Report :	Alfred . .	8.300	Alphonse. . . .	32.000	Alexis .	400
A ajouter :	Liste a''' .	2.000	Liste a'	6.000		
	Alfred . .	10.300	Liste a'	5.000		
			Liste a''	15.000		
			Liste a''	5.000		
			Alphonse (désigné) .	63.000		

Alphonse sera troisième sur la liste.

(1) En effet, Alexandre a réuni, en votes de préférence :

De a'. . . . 8.000 voix,
De a''. . . . 5.000 —
De a''' . . . 2.500 —
Plus, de la liste a'. . . . 20.000 —

et les votes pour a' doivent aller au premier de cette liste : Alphonse ; ceux de a'' à Albert ; ceux de a''' à Alfred.

Digitized by Google

Quatrième nom.

Les listes reviennent, après radiation d'Alphonse :

Liste *a'*	Liste *a''*	Liste *a'''*
Alfred	Alfred	Alfred
Alexis	Alexis	Alexis
Abdon	Apollinaire	
Abel		

En répartissant sur les noms restants les bulletins comptés à Alphonse, on trouve :

Report :	Alfred.	10.300	Alexis	400
A ajouter :	Liste *a'*	4.000		
	—	28.000		
	Liste *a''*	6.000		
	Liste *a'*	5.000		
	Liste *a''*	15.000		
	—	5.000		
	Alfred *(désigné)*. . .	73.300		

Alfred sera quatrième sur la liste.

Cinquième nom.

Les listes deviennent, après radiation d'Alfred :

Liste *a'*	Liste *a''*	Liste *a'''*
Alexis	Alexis	Alexis
Abdon	Apollinaire	
Abel		

Alexis réunit les 73.300 voix des trois listes : il sera cinquième sur la liste. Ensuite viendraient :

Sixième . . .	Abdon,	avec les	37.000	voix de la	liste	*a'*.
Puis, septième. . .	Abel,	—	—	—	—	
Enfin, huitième. . .	Apollinaire,	—	26.700	—	—	*a'*.

Nous admettrons qu'on arrête la liste à cinq noms, qui seront :

1er Alexandre.
2e Albert.
3e Alphonse.
4e Alfred.
5e Alexis.

Cette liste sera la liste républicaine *a'* de la première circonscription, ainsi qu'on le verra ci-après; et elle sera rattachée :

1° Aux radicaux ;
2° Aux industriels ;
3° Aux socialistes.

Digitized by Google

AVANTAGES DE CETTE MANIÈRE D'OPÉRER

On se ferait une bien fausse idée de l'opération qui vient d'être exposée, si on la trouvait trop compliquée. En effet, les bulletins semblables ayant été classés au moyen d'une aiguille et d'un fil, avec intercalation d'un carton de couleur après chaque centaine, chaque mille et chaque dix mille, afin de permettre les promptes vérifications, l'opération se réduit, comme il vient d'être expliqué, à considérer les 13 bulletins différents du tableau des 73.700 votes (1); et ces 13 bulletins sont à reprendre 8 fois. C'est donc à peu près comme si l'on avait à pointer 13×8 ou 104 voix portées sur ces bulletins.

Au contraire, si l'on avait recours au scrutin de liste ordinaire, on aurait à dépouiller 73.700 bulletins différents portant en moyenne 6 noms chacun, ou $73.700 \times 6 = 462.200$ voix à pointer.

Le dépouillement serait d'ailleurs beaucoup plus simple si l'on votait seulement pour l'une des listes proposées, sans vote de préférence pour un nom; mais l'initiative des votants serait moindre.

Si l'on veut se rendre compte du caractère du vote ci-dessus, on voit qu'il y a une lutte très vive entre Alexandre et Albert pour la première place, et ensuite une lutte non moins vive pour la deuxième place entre Albert, qui est en tête de la liste A″, et Alphonse, qui occupe un bon rang sur les deux premières listes.

On remarque encore que si les votes pour les trois listes avaient été les mêmes par liste, mais sans votes de préférence, c'est-à-dire : liste a' 37.000, liste a'' 26.700, liste a''' 10.000, Alexandre aurait été premier avec 37.000 voix; puis Alphonse deuxième, également avec 37.000 voix; ensuite Alfred avec $37.000 + 10.000 = 47.000$ voix; ensuite Alexis quatrième avec 37.000 voix, et Albert cinquième seulement avec 73.700 voix, etc.

La comparaison entre ces deux résultats si différents, en ce qui concerne Albert, fait bien voir l'influence exercée par les votes de préférence en tête des listes.

PAS DE DEUXIÈME TOUR DE SCRUTIN NI D'ÉLECTIONS PARTIELLES

Le principe de la représentation proportionnelle rend inutile dans la pratique tout deuxième tour de scrutin avec lequel il serait d'ailleurs en contradiction; et il ne permet pas non plus d'avoir recours à des élections partielles. Il faut donc que les listes soient suffisamment longues pour qu'en cas de vacance d'un certain nombre de sièges, on puisse remplacer un représentant décédé ou démissionnaire par un nom pris à la suite sur la liste où figurait celui dont le siège est devenu disponible.

OPÉRATIONS OFFICIELLES

DÉPOT DES LISTES

Le travail préparatoire aboutit au dépôt, dans un délai déterminé, avant le vote officiel, des listes suivantes aux chefs-lieux des cinq circonscriptions dont nous allons étudier en détail le vote.

(1) Page 1083.

Digitized by Google

	I.	II.	III.	IV.	V.
	Liste a'	Liste a''	Liste a'''	Liste a^{iv}	Liste a^{v}
RÉPUBLICAINS MODÉRÉS rattachés 1° aux radicaux. 2° aux industriels. 3° aux socialistes.	Alexandre. Albert. Alphonse. Alfred. Alexis.	Arcade, Arnoult. Aristide. Armel. Arsène.	Antoine. Ambroise. Anselme. Anthime. Antonin. Andoche.	Aubin. Aubert. Augustin. Auguste. Aurélien.	Aimé. Adolphe. Athanase. Amédée. d'Aquin. Avit. Achille.
				Liste m^{iv}	Liste m^{v}
RADICAUX rattachés 1° aux modérés. 2° aux industriels. 3° aux socialistes.	»	»	»	Mérault. Mériadec. Médard.	Modeste. Mansuy. Michel. Maixence.
	Liste m'	Liste m''	Liste m'''		
1° aux socialistes. 2° aux modérés. 3° aux industriels.	Macaire. Maximin. Magloire. Maxime.	Maure. Maurille. Maurice.	Marcel. Marc.	»	»
	Liste m_1		Liste m_3	Liste m_4	
SOCIALISTES rattachés 1° aux radicaux. 2° aux rép. modérés 3° aux industriels.	De Matha. Mathias. Mathieu. Mathurin.	»	Martial. Martin.	Mellon. Mesmin.	»
	Liste i	Liste i	Liste i	Liste i	Liste i
INDUSTRIELS (1) rattachés 1° aux rép. modérés 2° aux radicaux. 3° aux socialistes.	Ignace. Isidore. Irénée.	»	»	»	»
	Liste c'	Liste c''	Liste c'''	Liste c^{iv}	Liste c^{v}
CONSERVATEURS	Casimir. Casien. Calixte. Caprais.	Chrysostome. Charlemagne Chamond. Charles.	Célestin. Césaire.	Clet. Claude. Cloud. Clément.	Cyriaque. Cressent. Cyrille.

NOTATIONS EMPLOYÉES

Pour que les premières lettres des noms portés sur ces listes puissent indiquer la couleur politique des candidats, nous avons puisé dans le calendrier des noms en nombres suffisants commençant par les lettres *a*, pour désigner les républicains modérés, *m* les radicaux et les socialistes, *c* les conservateurs, *i* les

(1) Tandis que les a' a''... m', m''..., m_1..., c'_1 c_1''... ont toutes un caractère local, la liste *i*, des industriels, représente des intérêts qui, dans chacune des circonscriptions, ne comptent qu'une minorité parfois très faible, et qui, cependant, dans l'ensemble des cinq circonscriptions, obtiennent deux représentants.

Digitized by Google

industriels; et nous avons classé, dans les diverses circonscriptions, des noms ayant, autant que possible, la même seconde lettre, par exemple Al... dans la première; Ar... dans la deuxième; Au... dans la quatrième; etc.

VOTE ET DÉPOUILLEMENT DU SCRUTIN

Les résultats du vote et du dépouillement du scrutin centralisés aux chefs-lieux des cinq circonscriptions sont réunis dans le tableau suivant :

I.		II.	
Alexandre, liste a'	45.000	Arcade, liste a''	20.000
Albert, liste a'	22.000	Arnoult	5.000
Alphonse, liste a'	10.000	Aristide, liste a''	30.000
Liste a'	3.000	Liste a''	5.000
		Arsène	10.000
	80.000		70.000
Macaire, liste m'	12.000	Maure	20.000
Maximin, liste m'	1.000	Maurice	5.000
Liste m'	7.000		
	20.000		25.000
De Matha, liste m_1	9.000		
Liste m_1	11.000	»	
	20.000		
Ignace, liste i	2.000	Isidore, liste i	13.000
Liste i	2.000	Isidore	3.000
	4.000		16.000
Casimir, liste c'	18.000	Chrysostome, liste c''	40.000
Liste c'	2.000	Charles	2 000
	20 000		42.000

III.		IV		V.	
Antonin, liste a'''	50.000	Auguste, liste a^{iv}	18.000	Liste a^{v}	121.000
Antoine, liste a'''	10.000	Aubin, liste a^{iv}	4.000		
Liste a'''	38.000	Liste a^{iv}	37.000		
	98 000		59.000		
Marcel, liste m'''	30.000	Mérault, liste m^{iv}	31.000	Liste m^{v}	22.000
Marc, liste m'''	8.000	Liste m^{iv}	13.000		
	38.000		44.000		
Martial, liste m_3	13 000	Mesnil, liste m_4	13.000		
liste m_3	5.000	Liste m_4	14.000	»	
	18.000		27.000		
Ignace, liste i	2.000	Ignace, liste i	5.000	Liste i	1.000
		Irénée, liste i	1.000		
		Liste i	8.000		
			14.040		
Célestin, liste c'''	11.000	Claude, liste c^{iv}	5.000	Liste c^{v}	45.000

Digitized by Google

Pour continuer l'opération, sur place et au chef-lieu, on prend d'abord les bulletins qui ne portent qu'un nom, sans désignation de liste, parce que ceux de ces bulletins qui se trouvent en excédent, après que le nom qu'ils portent a atteint le chiffre d'élection, sont complètement perdus. Ces bulletins sont également perdus si le nom qui y figure n'atteint pas le chiffre d'élection.

On prend ensuite les bulletins portant un nom et une liste, qui sont en nombre supérieur à 20.000, afin que ces bulletins profitent au nom qu'ils portent plutôt qu'à un nom de la liste; et ceux qui sont en trop pour le nom inscrit sont utilisés pour les noms de la liste, dans l'ordre de préférence que ces noms occupent.

Il est essentiel de remarquer que les bulletins portant un nom et une liste, qui sont en nombre inférieur au *chiffre d'élection* ne peuvent être comptés à ce nom et être à cet effet complétés au moyen de votes de liste que si ce nom se trouve premier sur cette liste ou s'il l'est devenu par suite de la radiation de noms déjà élus, car les votes de liste ne peuvent compter qu'au nom qui occupe la tête à un moment donné. Si ce nom n'est pas premier, le bulletin portant ce nom et une liste comptera au nom qui occupe, à ce moment, la tête de la liste, par suite des radiations effectuées.

Enfin, on prend les bulletins de listes, en les attribuant au premier nom qu'ils portent après ceux qui ont déjà réuni assez de voix pour être élus.

Tout le travail se réduit à réunir, dans l'ordre qui vient d'être indiqué, les bulletins de vote par groupes de 20.000, qui est le *chiffre d'élection*, chacun de ces groupes assurant l'élection d'un représentant. On trouve ainsi :

I. — Première circonscription

Alexandre, liste a' 20.000 + 25.000 à reporter sur la liste a', savoir : 10.000 sur Alphonse, et 15.000 sur la liste a' (Alfred).

Alexandre est élu.

Albert, liste a' 20.000 + 2.000 à reporter sur la liste a'. (Voir Alfred.)

Albert est élu.

Alphonse, liste a'	10.000
(Alexandre), liste a'	10.000
Alphonse est élu.	20.000

Alfred (Alexandre), liste a' . . .	15.000
(Albert), liste a' . . .	2.000
Liste a' . . .	3.000
Alfred est élu.	20.000

Macaire, liste m'	12.000
(Maximin), liste m'	1.000
Liste m'	7.000
Macaire est élu.	20.000

De Matha, liste m_1.	9.000
Liste m_1.	11.000
De Matha est élu.	20.000

Casimir, liste c'	18.000
Liste c'	2.000
Casimir est élu.	20.000

Ignace, liste i, à reporter au recensement général . .	2.000
Liste i, à reporter au recensement général . .	2.000

Dans la première circonscription, tout se passe correctement et simplement. Il n'y a à reporter au recensement général que les voix de la liste i.

Digitized by Google

II. — Deuxième circonscription (1).

Dans la deuxième circonscription, il y a des électeurs de chacun des partis qui ont voté pour un nom seul. Beaucoup de ces voix sont perdues.

Aristide, liste a'' 20.000 + 10.000 à reporter sur la liste a''. (Voir Arnoult.)

Aristide est élu.

Arcade, liste a''. 20.000 est élu.

Arnoult 5.000
(Aristide), liste a''. 10.000
Liste a''. 5.000

Arnoult est élu. 20.000

Arsène. . . . . 10.000 voix perdues.

Maure, élu, . . 20.000

Maurice. . . . . 5.000 voix perdues.
Chrysostome, liste c''. 20.000 + 20.000 à reporter sur la liste c'' (Charlemagne).
Chrysostome est élu.
(Chrysostome), liste c''. 20.000

Charlemagne (2e de la liste c''') est élu.

Charles. . . . . 2.000 voix perdues.
Isidore, liste i. . . . 13.000 voix à reporter au recensement général 13.000
Isidore. . . . . 3.000 voix — — — 3.000

III. — Troisième circonscription

Dans la troisième circonscription, les votes sont réguliers, mais une partie notable des résultats sont à compléter au recensement général :

(1) *Nota.* — Le procédé de M. D'Hondt appliqué au cas de la deuxième circonscription, donne ce qui suit :

	a''	m''	c''	i
1°	70.000_{I}	25.000_{IV}	42.000_{II}	16.000
2°	35.000_{III}	12.500	21.000_{IV}	8.000
3°	23.333_{V}	»	14.000	»
4°	17.500	»	»	»

Chiffre répartiteur pour six sièges : 21.000.

Liste a''. . . . . 3 élus
m''. . . . . 1 —
c''. . . . . 2 —
i. . . . . 0 —
6 élus.

Procédé Hagenbach-Bischoff.

$$\frac{153.000}{7} = 21.857\ \frac{1}{7} \text{ soit } 21.858$$

a''	70.000 (3) : 4 =	17.500	3	élus
m''	25.000 (1) : 2 =	12.000	1	—
c''	42.000 (1) : 2 =	21.000	2	—
i	36.000 (0) : 1 =	16.000	0	—
	153.000 (6)		6	élus.

Digitized by Google

Antonin, liste a''' . . 20.000 + 30.000 à reporter sur la liste a''', dont 10.000 sur Antoine et 20.000 sur Ambroise.
Antonin est élu.
Antoine, liste a''' . . 10.000
(Antonin), liste a''' . 10.000
Antoine est élu. 20.000
Ambroise
(Antonin), liste a''' . 20.000
Ambroise est élu.
Anselme, liste a''' . . 20.000 + 18.000 à reporter au recensement général. Liste a''' 18.000
Anselme est élu.
Marcel, liste m'''. . . 20.000 + 10.000 à reporter sur la liste a'''. (Voir Marc.)
Marcel est élu.
Marc, liste m''' . . . 8.000
(Marcel), liste m'''. . 10.000
18.000 à reporter au recensement général. Liste m''' 18.000
Martial, liste m_3. . . 13.000
liste m_3. . . 5.000
18.000 à reporter au recensement général. Liste m_3 18.000
Célestin, liste c''' . . 11.000 — — — Liste i''' 11.000
Ignace, liste i. . . . 2.000 — — — Liste i 2.000

IV. — Quatrième circonscription

Même observation que pour la troisième circonscription.
Aubin, liste a^{IV}. . . 4.000
Liste a^{IV}. . . 16.000
Aubin est élu. 20.000 + 21.000 à reporter. Liste a^{IV}. (Voir Aubert.)
Aubert, liste a^{IV}. . . 20.000 + 1.000 — — (Voir Augustin.)
Aubert est élu.
Augustin
(Auguste), liste a^{IV}. . 18.000
Liste a^{IV}. . 1.000
19.000 à reporter au recensement général. Liste a^{IV} 19.000
Mérault, liste m^{IV}. . 20.000 + 11.000 à reporter sur la liste m^{IV} (Mériadec).
Mérault est élu.
Mériadec
(Mérault), liste m^{IV}. . 11.000
Liste m^{IV}. . 9.000 + 4.000 à reporter au recensement général. Liste m^{IV} 4.000
Mériadec est élu. . 20.000
Mesmin, liste m_4 . . 13.000
Liste m_4 . . 7.000 + 7.000 à reporter au recensement général. Liste m_4 7.000
Mesmin est élu. 20.000
Claude, liste c^{IV}. . . 5.000 à reporter au recensement général. Liste c^{IV} 5.000
Ignace, liste i. . . . 5.000
Irénée, liste i. . . . 1.000
Liste i. . . . 8.000
14.000 à reporter au recensement général. Liste i 14.000

Digitized by Google

V. — CINQUIÈME CIRCONSCRIPTION

Dans la cinquième circonscription on n'a voté qu simple, mais le choix de l'électeur est moins personnel

Aimé	20.000 élu.	Liste a^{v} 120.000 + 1.000 à re
Adolphe	20.000 —	
Athanase	20.000 —	
Amédée	20.000 —	
D'Aquin	20.000 —	
Avit	20.000 —	

Liste m^{v} 20.000 + 2.000 à reporter au recensement

Modeste est élu.

Cyriaque	20.000 élu.	Liste c^{v} 40.000 + 5.000 à
Crescent	20.000 —	

Liste *i*..... 1.000 à reporter au recensement

RECENSEMENT GÉNÉRAL

CENTRALISATION DES RÉSULTATS DES DÉPOUIL

Au recensement général, on commence par réunir les différentes circonscriptions.

RATTACHEMENT ENTRE ELLES DES LISTES DE MÊMES CIRCONSCRIPTIONS

Le relevé, par circonscription, des restes reportés a le suivant :

	a		*m*		
I.	»				»
II.	»				»
III.	Liste a'''	18.000			Liste m''
IV.	Liste a^{iv}	19.000	Liste m^{iv}.....	4.000	
V.	Liste a^{v}	1.000	Liste m^{v}.....	2.000	

	c		*i*	
I.	»		Ignace, liste *i*	2.000
II.	»		Isidore, liste *i*	13.000
			Isidore.....	3.000
III.	Liste c'''	11.000	»	
IV.	Liste c^{iv}	5.000	Ignace, liste *i*	5.000
			Irénée, liste *i*	1.000
V.	Liste c^{v}	5.000		

Digitized by Google

Il y a, de plus, dans la deuxième circonscription, par suite d'irrégularité du vote :

Sur Arsène.....	1.000	voix perdues.
— Maurice.....	5.000	—
— Charles.....	2.000	—
TOTAL.....	17.000	voix perdues.

Pour la liste *i*, on trouve, comme au dépouillement local :

I. Ignace, liste *i*...	2.000
IV. Ignace, liste *i*...	5.000
Liste *i*...	13.000
Ignace est élu.	20.000
II. Isidore.....	3.000
II. Isidore, liste *i*. .	13.000
IV. (Irénée), liste *i* .	1.000

à reporter sur { 1° les républicains modérés; 2° les radicaux; 3° les socialistes.

17.000 voix à reporter au rattachement des divers partis entre eux. On range ensuite les chiffres du tableau ci-dessus par ordre décroissant, ce qui donne :

Liste a^{IV} 19.000	Liste m^{IV} 4.000	Liste m''' 18.000	Liste m_3 18.000	Liste c''' 11.000	Isidore 3.000
— a''' 18.000	— m^{V} 2.000		— m_4 7.000	— c^{IV} 5.000	Liste *i* 14.000
— a^{V} 1.000				— c^{V} 5.000	17.000

L'opération à faire pour utiliser les restes d'une même liste provenant des différentes circonscriptions, consiste maintenant à prendre le chiffre le plus élevé de chacune des colonnes et à le compléter au moyen des plus faibles, pour l'élever de manière à le rendre égal à 20.000. Puis on passe au second sur lequel on opère de même, et ainsi de suite. On a ainsi :

Républicains modérés :

Liste a^{IV}	19.000	*A reporter :* 1° sur les radicaux; 2° sur les industriels; 3° sur les socialistes.	Liste a'''. 18.000 voix.
Liste a^{V}	1.000		
Augustin (liste a^{IV}) est élu.	20.000		

Quoi qu'il y ait 18.000 bulletins portant Auguste, liste a^{IV}, comme Augustin est placé avant Auguste sur la liste a^{IV}, Auguste ne peut être élu et ses voix sont reportées sur Augustin.

Radicaux :

Liste m'''.	18.000	*A reporter :* 1° sur les républ. modérés; 2° sur les industriels; 3° sur les socialistes.	Liste m^{IV}. 4.000 voix.
Liste m^{V}	2.000		
Marc (liste m''') est élu.	20.000		

Socialistes :

Liste m_3.	18.000	*A reporter :* 1° sur les radicaux; 2° sur les républ. modérés; 3° sur les industriels.	Liste m_4. 5.000 voix.
Liste m_4.	2.000 + 5.000		
Martial (liste m_3) est élu.	20.000		

Conservateurs :

Liste c'''	11.000		
Liste c^{V}	5.000		
Liste c^{IV}	4.000 + 1.000 voix perdues		1.000 voix.
Célestin (liste c''') est élu.	20.000		

Digitized by Google

RATTACHEMENT DES DIVERS PARTIS ENTRE EUX

On classe les restes reportés par ordre décroissant.

a''')	Républicains	18.000	rattachés à m^{IV}, i, m_4;
i)	Industriels	14.000	rattachés à a''', m', m, plus Isidore 3.000; en tout 17.000;
m_4)	Socialistes	5.000	rattachés à m^{IV}, a''', i;
m^{IV})	Radicaux	4.000	rattachés à a''', i, m_4.

On complète les chiffres les plus forts au moyen des plus faibles, en ayant égard aux conditions du rattachement.

Ainsi, la liste républicaine modérée peut profiter des voix obtenues par les radicaux. De même, la liste industrielle profitera d'abord des voix des radicaux et ensuite de celles des socialistes.

Républicains	18.000	
Radicaux	2.000	+ 2.000 voix à reporter { 1° sur les industriels; 2° sur les socialistes;
Républicains	20.000	

Anthime (liste a''') est élu.

Isidore	3.000	17.000.
Industriels	14.000	
Radicaux	2.000	
Socialistes	1.000	+ 4.000 voix perdues.
Industriels	20.000	

Isidore (liste i) est élu. Les 3.000 voix au nom d'Isidore seul auraient été perdues si le même nom ne s'était pas trouvé le premier à prendre sur la liste i des industriels.

RÉSULTATS DES ÉLECTIONS

Les résultats des élections sont les suivants :

Élus directement dans les différentes circonscriptions :

Listes.	I	Listes.	II	Listes.	III	Listes.	IV	Listes.	V
a'	Alexandre. Albert. Alphonse. Alfred.	a''	Aristide. Arcade. Arnoult.	a'''	Antonin. Antoine. Ambroise. Anselme.	a^{IV}	Aubin. Aubert.	a^{V}	Aimé. Adolphe. Athanase. Amédée. d'Aquin. Avit.
m'	Macaire.	m''	Maure.	m'''	Marcel.	m^{IV}	Mérault. Mériadec.	m^{V}	Modeste.
m_1	de Matha.					m_4	Mesmin.		
c'	Casimir.	c''	Chrysostome. Charlemagne.					c^{V}	Cyriaque. Crescent.

Digitized by Google

Élus par rattachement entre elles des listes de mêmes nuances des différentes circonscriptions :

Liste a^{IV}	Liste m'''	Liste m_3	Liste c'''	Liste i
Augustin.	Marc.	Martial.	Célestin.	Ignace.

Élus par rattachement des divers partis entre eux :

Liste a'''	Liste i
Anthime.	Isidore.

RÉCAPITULATION EN NOMBRES

	Républicains modérés		Radicaux		Socialistes		Industriels		Conservateurs		TOTAUX
Élus directement dans les cinq circonscriptions	19	+	6	+	2	+	»	+	5	=	32
Élus par rattachement des mêmes nuances	1	+	1	+	1	+	1	+	1	=	5
Élus par rattachement des divers partis entre eux	1	+	»	+	»	+	1	+	»	=	2
	21	+	7	+	3	+	2	+	6	=	39
				33				+	6	=	

VOIX PERDUES

	Républicains modérés		Radicaux		Socialistes		Industriels		Conservateurs		TOTAUX
Par suite d'irrégularité du vote	10.000	+	5.000	+	»	+	»	+	2.000	=	17.000
Nécessairement	»		»		4.000		»	+	1.000	=	5.000
				19.000				+	3.000	=	22.000

Or, il y a 39 élus à 20.000 voix chacun 780.000
Voix perdues. 22.000

TOTAL égal au nombre des votants. 802.000

VACANCES QUI PEUVENT SE PRODUIRE

On ne doit pas perdre de vue qu'il ne faut pas songer, pour remplir les vides qui se feront nécessairement dans le cours d'une législature, sur des élections partielles, qui fausseraient complèment le principe de la représentation proportionnelle. Il faut donc porter, sur les listes à déposer à la préfecture, un nombre de noms supérieur à celui des candidats qui pourront être élus ; par exemple, moitié en plus ou le double.

Alors, s'il vient à se produire une vacance ; si, par exemple, dans la troisième circonscription, Antoine vient à donner sa démission, comme il avait été élu sur la liste a''', il devra simplement être remplacé par Andoche, qui figure en tête de cette liste, à la suite des élus.

Digitized by Google

OBSERVATIONS FINALES

ÉLECTIONS MUNICIPALES

Pour l'introduction de la représentation proportionnelle en France, on pourrait commencer par les élections municipales, dans lesquelles le procédé de M. D'Hondt (1) ou celui de M. Hagenbach-Bischoff (2) pourrait très bien être employé, puisqu'alors il n'y a qu'une seule circonscription électorale.

Si l'on voulait appliquer notre solution, il faudait fixer, pour chaque Conseil municipal, au lieu du nombre de conseillers à élire, le chiffre d'élection invariable à adopter, suivant la population de la commune.

POSSIBILITÉ D'INTRODUIRE GRADUELLEMENT NOTRE SOLUTION

Pour l'application de notre solution aux élections législatives, on pourrait la simplifier d'abord en n'appliquant pas immédiatement le principe de la liberté des circonscriptions électorales, ni celui du rattachement des listes entre elles. Mais alors, pour avoir égard à la perte d'un grand nombre de voix qui serait la conséquence de cette mesure, il faudrait adopter un chiffre d'élection moindre.

POSSIBILITÉ D'ÉLIRE DIRECTEMENT LES SÉNATEURS AVEC UN CHIFFRE D'ÉLECTION DOUBLE

Notre solution du problème de la représentation proportionnelle donnerait un moyen simple de réduire à néant le reproche qu'adressent certains partis au Sénat, de ne pas émaner directement du vote populaire. Il suffirait pour cela de faire élire les sénateurs par le suffrage universel, en adoptant un chiffre d'élection double de celui qui serait fixé pour les députés. Par ce seul fait, le nombre des sénateurs serait égal à la moitié de celui des députés. Mais, si chaque député était élu par 20.000 voix, chaque sénateur le serait par 40.000.

CONCLUSIONS

Nous ne doutons pas que le lecteur qui aura suivi attentivement les développements présentés dans ce travail, ne reconnaisse que notre solution du problème de la représentation proportionnelle est à la fois

(1) Le procédé de M. D'Hondt est celui que propose l'Association réformiste belge. (Voir la note, p. 1090).

(2) Le procédé de M. Hagenbach-Bischoff est adopté dans le canton suisse du Tessin. Dans les cantons de Neuchâtel et de Genève, on applique des procédés qui ne sont pas d'une exactitude absolue (Voir la note, p. 1090).

Digitized by Google

la plus pratique et la plus complète de celles qui, comme les procédés de M. D'Hondt et de M. Hagenbach-Bischoff, donnent des résultats réellement exacts dans des conditions déterminées.

Nous espérons que cette solution pourra, le jour où elle sera appliquée, faire régner la justice dans la représentation des différentes opinions dans nos assemblées, amener ainsi les partis à se rapprocher, en recherchant ce qui les unit, au lieu de former des coalitions où les opinions les plus opposées ne se réunissent, au moment du vote, que pour être, dès le lendemain, plus divisées qu'auparavant.

D'ailleurs, avec la représentation proportionnelle, ce seront les opinions les plus modérées qui figureront en majorité dans les assemblées, tandis qu'avec les procédés actuels, fondés sur le principe de la majorité absolue, ce sont les opinions extrêmes qui enlèvent toujours le plus de suffrages.

Rien ne pourra donc mieux contribuer au rapprochement des partis et à l'apaisement général, comme on l'a déjà constaté en Suisse, à Genève et au Tessin.

M. CAYLA

Receveur des Finances, à Segré (Maine-et-Loire.)

UN SYSTÈME MONÉTAIRE INTERNATIONAL A OPPOSER A LA LIGUE BIMÉTALLIQUE UNIVERSELLE

— Séance du 11 août 1894 —

Il ne faut pas être grand observateur pour remarquer qu'en fait tout semble marcher dans le monde vers une certaine unification monétaire basée sur l'étalon d'or et cela d'un pas d'autant plus rapide que les dernières et principales réunions internationales y relatives ont été moins concluantes. Tandis qu'aucune solution définitive et aucune entente sérieuse ne sortent des Congrès de Paris de 1878-1881 et 1889, ni de celui de Bruxelles de la fin de 1892, on voit pendant ce temps presque tous les pays s'appliquer à avoir des monnaies sinon identiques du moins analogues et reconnaître à l'or seul, à cause de ses aptitudes spéciales pour

Digitized by Google

les échanges internationaux et même régionaux ou particuliers de nos jours, un droit spécial au *pouvoir libératoire absolu*, fondement de l'étalon monétaire, et au monnayage libre, sa conséquence.

Suivant le vieil exemple de l'Angleterre, l'Autriche-Hongrie et la Russie sont en train d'adopter l'étalon unique d'or comme l'ont fait l'Allemagne et les États Scandinaves en 1873, et le grand-duché de Finlande en 1877. Les lois de 1875 et 1884 n'ont fait passer les Pays-Bas de l'étalon d'argent au double étalon qu'en attendant mieux ; car, dans les Iles néerlandaises, on suspend déjà le monnayage de l'argent. L'Union latine n'accorde plus le pouvoir libératoire absolu qu'aux écus de cinq francs concurremment avec l'or et a suspendu la frappe de ces derniers. Les hôtels des monnaies viennent d'être fermés aussi pour l'argent aux États-Unis, dans les Indes anglaises et en Perse. La Serbie, San Salvador, San Domingo, travaillent à établir une circulation basée sur l'or au lieu de l'argent, avec la pièce de cinq francs ou dollar d'or pour unité. Au Japon les tendances sont vers le retour à l'étalon unique d'or. Et en Espagne même le terrain semble se préparer aussi pour l'introduction de cet étalon, puisque le monnayage des pièces de cinq pesetas d'argent est interdit au public et fait exclusivement pour le compte de l'État. Les systèmes compliqués de l'Allemagne du Nord ont fait place au système monométallique or de l'Empire. Et des pièces d'or équivalant à celles de l'Union latine ont été créées à Monaco, en Serbie, en Autriche-Hongrie, en Espagne, en Russie, au Venezuela.

Il n'y a pas, selon nous, de digue qui puisse arrêter, pas de ligue qui puisse maîtriser un pareil courant.

C'est à la Conférence internationale de 1867 qu'il faut remonter pour trouver l'origine de ce mouvement et les données les plus complètes comme les aperçus les plus justes pour la solution du problème qui nous occupe. C'est alors en effet que, sans apparence du moins d'un parti pris quelconque, fut posé sur le sujet le plus méthodique et le plus parfait des questionnaires. Il débutait ainsi :

1° *Par quelle voie est-il plus facile de réaliser l'unification monétaire : ou par la création d'un système tout nouveau, indépendant des systèmes existants, et en ce cas quelles seraient les bases de ce système ? ou par la coordination mutuelle des systèmes existants, en tenant compte des avantages scientifiques de certains types et du nombre des populations qui les ont déjà adoptés ? En ce cas, quel système monétaire pourrait être pris en considération, sous réserve des perfectionnements dont il serait susceptible ?*

Il se continuait par neuf autres questions auxquelles nous renvoyons, ne pouvant les rapporter ici faute de place, mais qui étaient aussi complètes que logiques ; et se terminait ainsi :

Digitized by Google

11° *En dehors des possibilités pratiques immédiates, y aurait-il quelques solutions ultérieures à préparer par des décisions doctrinales et des vœux de principes, en vue d'étendre dans l'avenir des rapprochements déjà réalisés depuis dix ans en Europe, ou immédiatement réalisables en matière monétaire?*

Toutes les faces de la question scrupuleusement examinées, dix-neuf États sur vingt furent unanimes pour voter l'extension et le perfectionnement de l'Union latine ; se prononcer en principe pour l'unité d'étalon d'or tout en reconnaissant que le double étalon pouvait avoir des raisons d'être temporaires dans certains pays habitués à ce régime ou placés sous le régime de l'étalon d'argent exclusif ; choisir le poids de 5 francs d'or à neuf dixièmes de fin comme dénominateur commun et base des rapprochements désirables ; et, après avoir reconnu, comme venait de le faire la Conférence de Vienne, tout ce qu'avait de précieux pour ce rapprochement l'adoption comme pièce internationale du type de 25 francs (livre sterling, demi-aigle, 10 florins, livre égyptienne, etc.), quintuple de l'unité ci-dessus, s'arrêter malheureusement, croyons-nous, après un vain essai de la pièce de 10 francs, le *carolin*, au type de 20 francs, sous le prétexte assez faux que ce dernier avait déjà la prépondérance numérique, ou cet autre prétexte, réel mais sans importance, qu'il y a 155 pièces de 20 francs au kilogramme d'or à neuf dixièmes de fin et qu'il y en aurait 124 de 25 francs.

Cette dernière réserve faite, il faut bien avouer qu'il y avait et qu'il y a encore là des bases très sérieuses et très solides pour l'édification d'un véritable monument monétaire international.

Si celui-ci reste encore à l'état de tour de Babel, malgré les nouveaux et excellents matériaux épars de tous côtés, c'est un peu sans doute la faute des événements, mais c'est aussi celle des luttes d'amour-propre ou d'intérêt de ses architectes et de ses entrepreneurs, et surtout de l'erreur générale où l'on paraît être que la question de l'étalon est absolument primordiale et qu'il faut avant toute chose la résoudre en théorie, comme si elle était la cause et non le résultat du besoin monétaire lui-même, et si on ne pouvait donner satisfaction à ce dernier sans s'être préalablement entendu sur elle d'une façon complète et définitive.

Ainsi, depuis les terribles événements de 1870, qu'a-t-on fait du questionnaire de 1867 ? On ne s'est occupé que de la dernière question, et on a tout simplement, et sans aboutir, soulevé des discussions doctrinales et émis des vœux de principe sur le monométallisme ou le bimétallisme.

C'est par le commencement qu'il faut reprendre les choses. Car nous prétendons que partout, et maintenant plus que jamais, la plus juste

Digitized by Google

mesure des valeurs et le règlement le plus commode des échanges nécessitent impérieusement, avant tout, la création et l'adoption d'une échelle, d'un jeu, d'un certain fractionnement d'espèces monétaires dont la valeur représentative se rapproche le plus possible de la valeur réelle, ou soit le mieux gagée et à l'abri de la fraude. Mais ce n'est qu'après avoir bien trouvé et organisé ce jeu que la question du pouvoir libératoire doit être réellement traitée et peut être sérieusement résolue, la loi ne devant, ici comme ailleurs, intervenir que pour consacrer les faits et n'y apporter que le correctif indispensable.

La condition première et maîtresse d'une bonne monnaie étant la commodité, il nous semble que, dans la gamme qui mesure universellement les valeurs et les prix, il y a quatre notes essentielles qui peuvent être parfaitement rendues par les pièces de 25 francs or, 2 fr. 50 argent, 25 centimes nickel et 25 millièmes cuivre.

Ce jeu joint à l'avantage de correspondre à un certain nombre et même au plus grand nombre de prix moyens bien généralement déterminés, celui de faciliter les calculs surtout à l'heure psychologique des échanges et libérations et aussi celui de fournir les signes représentatifs aux dimensions les plus convenables pour la circulation de main à main, de porte-monnaie à porte-monnaie, de poche à poche, de caisse à caisse. — Et puis, il répond si bien à des besoins généraux qu'on le trouve déjà presque entier, ou en essence, dans l'organisation monétaire de la plupart des pays, comme le prouve le tableau que nous donnons ci-contre :

Digitized by Google

TABLEAU

des pièces actuelles se rapprochant le plus, dans les principaux pays, de celles que nous venons d'indiquer.

Angleterre et Australie, et maintes colonies.	livre sterling ou souverain . . .	25 f.	21	1/2 couronne. .	2 f.	90	3 pence	0 f.	30	farthing. . . .	1/2 sou.
Hollande et ses colonies	double ducat. . .	23		gulden ou florin.	2	10	2 stuvers ou 10 cents.	0	21	1 cent.	0 021
Allemagne	20 reichsmarks . .	24	70	2 marcs	2	47	20e de marc . .	0	246	2 pfennigs . .	0 024
Autriche-Hongrie	10 florins.	24	70	florin	2	47	10 kreutzer . .	0	24	kreutzer . . .	0 024
Espagne et plusieurs de ses colonies, Maroc.	Alphonse d'or. . .	25 (ou pesetas)		écu	2	60	réal	0	25	2 centièmes de peseta. . . .	0 020
Portugal, Brésil et colonies	1/2 couronne ou 5,000 reis . . .	27	75	5 testao ou 500 reis	2	77	1/2 tostao ou 50 reis	0	27	5 reis.	0 027
Danemark, Suède et Norvège	20 krones	27	80	2 krone	2	78	2 öres	0	27	öre.	0 138
Turquie d'Europe et d'Asie	medjidié, livre ou 100 piastres. . .	22	50	onlik ou 10 piastres	2	25	piastre.	0	22	attilik.	0 005
Égypte.	livre égyptienne. .	25	75	10 piastres. . .	2	57	piastre.	0	25	para	0 006
États-Unis	1/2 aigle ou 5 dollars.	25	90	1/2 dollar . . .	2	59	5 cents.	0	259	cent	0 0518
Mexique et États du Centre américain .	5 piastres ou 500 centavos. . . .	25	50	50 centavos. . .	2	55	5 centavos . . .	0	25	centavo. . . .	0 05
Venezuela.	5 peso venezolano.	25		1/2 venezolano .	2	50	5 centavos . . .	0	25	centavo. . . .	0 05
Pérou	5 sols	25		1/2 sol.	2	50	5 centavos . . .	0	25	centavo. . . .	0 05
Chili-Uruguay.	5 pesos ou 1/2 condor	25		50 centavos. . .	2	50	5 centavos . . .	0	25	centavo. . . .	0 05
République Argentine	5 pesos.	25	90	50 centavos. . .	2	59	5 centavos . . .	0	259	centavo. . . .	0 052
Perse.	2 tomans ou medjidié.	23	30								
Japon	5 yen ou 500 cens.	25	85	50 cens.	2	58	5 cens	0	25	cen.	0 056
Indes anglaises	2/3 de mohur . .	24	56	roupie . . .	2	37 1/2					
Union latine, Russie, Nouveaux États du Danube.		50 f. et 20 f.				2 f.		0	20		0 05

Digitized by Google

Ce projet tient compte des principales préoccupations de transition et d'assimilation si légitimement manifestées dans presque toutes les parties du questionnaire de 1867. Il peut facilement s'adapter à la plupart des systèmes existants, voire même à celui de l'Union latine qui a la pièce de 50 francs, le double de celle de 25 francs, clef de voûte du nouveau système ; et il n'empêche pas l'existence, pour maints détails et autres points de vue de la question monétaire, d'unions spéciales comme l'Union latine, celle des États scandinaves ou des États finlandais.

S'il est incontestable que, dans tous les pays civilisés, chacune des quatre pièces ci-dessus correspond bien à des exigences de paiements fréquents et presque quotidiens, il est incontestable aussi qu'au point de vue international l'uniformité de chacune d'elles, très désirable à la longue, ne s'impose pas pour toutes avec la même urgence. Les deux pièces de 25 centimes et 25 millimes, sans avoir ici l'importance de celles de 2 fr. 50 et de 25 francs, se justifient cependant comme suit :

La pièce de 25 centimes en nickel de bonne dimension pourra, dans bien des cas, suppléer à l'emploi des pièces de 10 centimes de cuivre et de celles de 20 centimes et 50 centimes d'argent. L'usage de ce métal, d'un prix moyen entre celui du cuivre et celui de l'argent, ne produira guère d'augmentation de frais. Et la fraude possible par suite de la différence forcée à établir entre sa valeur nominale et sa valeur intrinsèque ne sera pas beaucoup plus à craindre que pour l'argent, étant donnée l'entrave qu'apporte à toute velléité de fraude la limitation du pouvoir libératoire. La pièce de 25 millimes de cuivre pourrait parfaitement suppléer aussi au sou actuel et à tous les centimes. — Ce demi-sou nous paraît commandé par le besoin incessant de faire face à un nombre infini de menues dépenses dont la multiplicité totale croissante impose la diminution de quantité individuelle ; exemple : les timbres, les offrandes et la charité, le pain et maints petits objets et bibelots ; car, fort heureusement, tandis que tant de choses vont en augmentant considérablement de prix, les progrès de l'industrie font que mille autres choses aussi sont produites et vendues plus en détail et à des prix insignifiants. Le Juif errant d'hier a déjà suffisamment fait ressortir l'utilité d'une pièce internationale de cinq sous ; moins exigeant, tout pauvre hère d'aujourd'hui réclame sa pièce d'un demi-sou.

Mais la pièce fondamentale d'un système universel, c'est la pièce de 25 francs or. En voici les motifs : D'abord elle commande très bien la division que nous venons de poser et dont nous avons déjà montré certains avantages. Faisant partie de la divisibilité par 5, qui elle-même touche de si près à la décimalité, elle peut parfaitement s'accorder avec l'existence de la pièce de 20 francs et elle a presque partout son double, la pièce de 50 francs. Elle correspond à un besoin monétaire si fréquent et si

Digitized by Google

général que son équivalent fiduciaire, le billet de banque de 25 francs, existe dans la plupart des pays où elle ne se trouve pas elle-même. Elle fractionne très heureusement le billet de 50 francs, la petite coupure la plus usitée. Ensuite, ayant une surface plus large que celle de la pièce de 20 francs, elle permet de mieux conditionner les rouleaux. Enfin, comme tant de choses deviennent de plus en plus chères, elle pourra correspondre mieux tous les jours, dans l'avenir, aux gros paiements pour lesquels elle est faite, beaucoup mieux dans tous les cas que le louis de 20 francs qui déjà ne sert plus guère à solder que ce que soldait la pistole d'autrefois. Et maintenant, il est bien évident que, puisqu'il faut qu'il y ait au moins une pièce ayant pouvoir libératoire absolu, c'est-à-dire qu'aucun créancier ne puisse refuser dans aucun cas (question qui n'a d'importance que pour les grosses libérations), ce doit être celle qui sert précisément d'habitude à la mesure et au règlement des plus fortes opérations, dont la valeur nominale est presque identique à la valeur intrinsèque et dont le métal jouit de la plus grande fixité de valeur par suite de l'équilibre particulier de son offre et de sa demande résultant lui-même de son accroissement particulier de découverte en profondeur, au fur et à mesure de l'accroissement de l'étendue de son besoin.

Reste la pièce de 2 fr. 50 d'argent. Elle a sa raison d'être pour plusieurs des motifs particulièrement de numération et de division ci-dessus; mais surtout pour ce motif que les bimétallistes devront être les premiers à admettre, à savoir : qu'elle doit fatalement tôt ou tard remplacer la pièce de 5 francs, si incommode telle qu'elle est, et que même elle devrait la remplacer de suite si la prétention de donner pouvoir libératoire absolu à l'argent était maintenue. Il faudrait alors en effet (il n'y a pas d'étalon monétaire possible sans cela) donner en fait à cette pièce de 5 francs une valeur réelle se rapprochant beaucoup plus, sinon complètement, de sa valeur nominale, et pour cela accroître ses dimensions au point d'en faire une médaille embarrassante même pour les collectionneurs. Au contraire, la pièce de 2 fr. 50 c. ne pourra que gagner au correctif qui lui sera apporté si on veut bien tenir compte de la baisse de la valeur de l'argent. Elle prendra des proportions moyennes entre l'écu actuel et l'ancien écu de 3 francs, flattant l'œil et remplissant encore assez la main des paysans, sans déchirer autant le gousset de tout le monde.

Et c'est ici qu'on voit que cette pièce ne saurait servir d'étalon et avoir pouvoir libératoire absolu, d'abord parce qu'à moins d'être aussi incommode que l'écu actuel, elle ne parviendra jamais à avoir une valeur intrinsèque assez proche de sa valeur nominale; ensuite et surtout parce qu'au delà d'un certain chiffre elle sera, elle aussi, comme toute monnaie d'argent, d'un commerce gênant pour le transport et l'accumulation de fortes sommes.

Digitized by Google

Sans doute, après cela, il faudra bien déclarer que l'unité monétaire est, avant tout, le franc d'or ou un poids déterminé d'or, d'un chiffre moins rond, soit, mais non moins métrique que celui du franc d'argent. Ceci ne changera rien, d'ailleurs, aux calculs d'aujourd'hui, rien ne s'opposant au maintien de ce franc d'argent dans un certain rapport de valeur, périodiquement variable au besoin, dès l'instant que toutes les pièces en dérivant ne seront plus que divisionnaires avec limitation de leur pouvoir libératoire et de leur émission. Seulement ce sera le meilleur moyen de relever un peu la valeur de l'argent que de créer cette pièce de 2 fr. 50 c. dont l'universalité et la commodité d'emploi accroîtront forcément la quantité d'argent monnayé, surtout si on lui donne, comme cela doit être et comme cela a été proposé pour la pièce de 5 francs par tant de bons économistes, un pouvoir libératoire un peu plus élevé que celui des monnaies divisionnaires d'aujourd'hui.

L'entente internationale devrait être complétée par les conventions suivantes : liberté pour tout pays de frapper des pièces de 25 francs d'un modèle prescrit, au gré des particuliers, sans autres frais que ceux de fabrication et avec l'alliage strictement indispensable ; imitation et perfectionnement des procédés de l'Union latine en ce qui concerne les pièces divisionnaires ; création d'un comité permanent analogue au comité international des poids et mesures créé en 1875, rattaché au besoin à celui-ci, composé de membres de ce dernier et de délégués du commerce, des finances, des sciences et de la justice, établissant le titre de toutes les pièces, fixant de temps en temps le rapport de valeur entre les pièces d'argent et la pièce d'or, déterminant les émissions, contrôlant le monnayage et la circulation, et ayant voix consultative dans la préparation des lois, non seulement pour toutes les questions monétaires, mais encore pour toutes celles concernant les banques d'émission ; sacrifices communs pour procéder à la refonte des pièces usées ou à leur retrait par les pays émetteurs, mais avant le singulier moment prévu par le dernier paragraphe de l'article 4 du traité de l'Union latine, celui où leur empreinte aura disparu, c'est-à-dire celui où on ne peut plus rien distinguer du tout, et enfin, liberté absolue de circulation des nouvelles monnaies divisionnaires de tous les pays (2 fr. 50 c., 25 centimes et 25 millimes), mais fabrication de celles-ci sur des bases identiques et sous le contrôle ci-dessus.

Tout cela est fort bien ; mais c'est la pratique qui nous a conduit ainsi à donner à l'argent, dans le système monétaire, un rôle secondaire à côté de celui de l'or. Et le moment est venu maintenant de montrer que celle-ci est d'accord avec la plus saine théorie.

Une seule hypothèse, celle où la production excessive de l'or mettrait la valeur de ce métal au niveau ou au-dessous de celle de l'argent, peut faire hésiter un instant, bien que les variations de prix atteignant toutes les

Digitized by Google

marchandises avec un seul métal déprécié nous paraissent moins dangereuses que celles résultant de la complication de deux étalons plus ou moins boiteux; mais cette hypothèse est condamnée par les leçons de la Providence et par la science qui a parfaitement établi que la richesse minière de l'or était surtout en profondeur et présenterait toujours en ce sens, sauf quelques surprises en surface comme en ce temps-ci au Transvaal, des difficultés d'extraction considérables. D'ailleurs, c'est l'appréciation de l'or et non sa dépréciation qui est mise en avant par les ligues bimétalliques particulières d'Angleterre, d'Allemagne, des États-Unis, et par la ligue universelle des agrariens comme MM. Méline, Théry et le cardinal Walsch. Ces physiocrates d'un nouveau genre déclarent que cette suprématie de l'or empêche seule la protection agraire de produire d'heureux effets, qu'elle est la cause principale de la baisse des prix et de la crise des changes, et que le remède à tous ces maux est dans le relèvement artificiel de la valeur de l'argent. Qu'on ne dise plus au moins, après cela, que le bimétallisme n'est pas la protection, en alléguant qu'il donne des droits égaux à l'or et à l'argent; car ce qu'on appelle des droits égaux, ce sont des privilèges, et donner pouvoir libératoire absolu à un métal, c'est déjà dénaturer assez la valeur et le rapport ordinaires des choses sans songer à donner encore ce même pouvoir à un second, surtout quand ce dernier est naturellement beaucoup moins doué que le premier des qualités requises pour cela. Le prix de l'or n'est pas la cause capitale ni même importante de la baisse des autres prix; MM. Leroy-Beaulieu et Levasseur ont suffisamment établi d'abord que plusieurs prix n'ont pas baissé, exemple ceux des salaires, et ensuite qu'il n'y a jamais eu ni dans le passé ni dans le présent, pour l'ensemble des marchandises, correspondance exacte d'une baisse de ces dernières à une hausse de l'or. MM. de Puynode et Zolla ont maintes fois déclaré qu'ils ne comprenaient pas qu'on rendît l'or responsable de la baisse du blé quand le prix de revient, en Amérique, différait de près de moitié du prix de revient en France. La crise des changes provient simplement, comme l'ont si bien dit MM. Neymarck, Juglar, Raphaël-Georges Lévy et Grandgeorge, d'un mauvais emploi du crédit, de l'émission exagérée des billets de banque, d'un défaut d'équilibre entre les encaisses métalliques et la circulation, des excès après marasme dans les opérations commerciales et financières, et des exagérations de dépenses; mais nullement de la cherté de l'or en elle-même, à moins de soutenir que toute richesse est cause de la pauvreté qui se mesure à elle. Une rareté relative de l'or vaut peut-être mieux que l'abondance. Car ce qui constitue le trouble et le plus grand mal dans les variations de la valeur de l'étalon monétaire, ce n'est pas le changement lent et continu dans le sens de la hausse qui, en accroissant sans cesse le besoin, excite aussi sans cesse la production, mais ce sont les

Digitized by Google

mouvements brusques et en sens divers, lesquels, ici comme sur l'eau, naissent moins facilement et causent moins de ravage sur les petites que sur les grandes surfaces. A ce point de vue encore, le double étalon est donc bien condamné. Avec lui, quel que soit le moyen employé pour lier entre elles les valeurs des deux métaux, on ne fera que contrarier le rapport naturel de ces deux métaux vis-à-vis les autres marchandises, multiplier les différences, créer un nouveau change utile seulement aux changeurs et aux banquiers, et frapper presque exclusivement les créanciers les plus intéressants, ceux qui vivent au jour le jour, plus intéressants, dans tous les cas, que bien des débiteurs à longue échéance ou à perpétuité.

Une entente générale sur les bases du double étalon serait donc aussi illogique que funeste. Elle est d'ailleurs irréalisable; car, pour la sceller, il faudrait en venir à cette chose invraisemblable, proposée cependant par M. Nestadt, le monopole des mines au profit de l'Union bimétalliste internationale. Et on frémit à l'idée de ce qui se passerait si après une entente pareille, des parties contractantes venaient à manquer à leurs engagements.

Par les moyens que nous avons proposés plus haut, au contraire, on s'éloigne fort peu de l'ordre de choses existant; on ne fait que suivre, guider et perfectionner un mouvement nettement dessiné et on réduit le plus possible ces défauts transitoires de répartition et de distribution des métaux monétaires qui sont effectivement une cause aggravante sinon créatrice de la plupart des crises.

M. Raphaël-Georges LÉVY

à Paris.

LE RÉGIME MONÉTAIRE ET FIDUCIAIRE DES ÉTATS-UNIS ET LES PRINCIPES FONDAMENTAUX DU BILLET DE BANQUE

— Séance du 11 août 1894 —

Je voudrais essayer de donner une idée sommaire de la circulation des billets de banque dans les États-Unis de l'Amérique du Nord; puis, à l'occasion de cette étude, dégager les principes généraux qui président à

Digitized by Google

la création et à l'émission de cette forme de monnaie, si importante dans le monde moderne.

La circulation fiduciaire des États-Unis d'Amérique est constituée aujourd'hui par deux espèces de papier : billets de banques particulières, et billets d'État. Ces derniers présentent une grande variété : anciennes émissions du temps de la guerre de Sécession (*greenbacks* de 1862 et 1863), billets de dollars d'argent du *Blandbill* de 1878, billets du Trésor *(Sherman Act)* de 1890, sans parler des certificats émis en représentation des espèces déposées au Trésor, circulent indistinctement et sont tous remboursables en or, par voie directe ou indirecte, bien que les billets de 1878 et 1890 n'aient pour gage spécial que l'argent acheté en vertu des lois Bland et Sherman, toutes deux abrogées aujourd'hui. A côté de ces variétés de papier fédéral circulent les billets des banques dites nationales, dont le montant n'atteint pas deux cents millions de dollars (1), moins du quart de la circulation totale d'État, qui dépasse huit cents millions : *(greenbacks)*, 346 millions ; certificats d'argent *(Blandbill)*, 333 millions ; billets du Trésor *(Sherman Act)*, 152 millions.

Il est impossible, quelque désir que j'aie de me renfermer étroitement dans le sujet, de ne pas toucher ici à la question monétaire, dont celle du billet de banque n'est, après tout, qu'une des faces. L'Amérique vit sous le régime du double étalon, en ce sens qu'elle a des monnaies d'or et d'argent, et que toutes deux ont force libératoire, c'est-à-dire peuvent servir indistinctement à acquitter des dettes de n'importe quel montant. Mais la libre frappe n'existe que pour l'or ; l'or seul peut être monnayé pour compte des particuliers. De 1878 à 1893, le Trésor fédéral a fait des achats d'argent, frappé des dollars de ce métal et émis des billets gagés par les lingots, entassés dans les caves de Washington ; depuis le 1er novembre 1893, les achats ont cessé. La circulation métallique américaine se compose de pièces d'or, d'argent et de monnaies divisionnaires ; la circulation fiduciaire, si nous faisons abstraction de certaines catégories de certificats, qui sont de simples récépissés de dépôts d'autres monnaies, comprend des billets d'État et des billets émis par des banques particulières ; ces banques sont dites nationales, parce qu'elles sont tenues de se conformer à une loi fédérale de 1863.

Sans entrer dans le détail de la législation assez compliquée qui les régit, il nous suffira de rappeler que ce sont des établissements particuliers libres, qui peuvent s'établir en nombre illimité dans n'importe quel État de l'Union américaine, et qui jouissent du droit d'émettre des billets, à condition de se conformer aux prescriptions de la loi fédérale du 25 février 1863. Leur billet a pour base et garantie essentielle, en

(1) Nous rappelons que le dollar vaut 5 fr. 18.

Digitized by Google

dehors du capital même de chaque banque, dont l'émission ne peut jamais en dépasser les neuf dixièmes, des titres de rente fédérale. Ces titres restent déposés à Washington, à la Trésorerie, et servent de gage direct à la circulation, qui ne peut jamais s'élever à plus des neuf dixièmes de la valeur de ces rentes. Cette double restriction donne une grande solidité au billet des banques nationales, mais en restreint la quantité d'une façon excessive, à cause de la raréfaction et de la cherté des rentes fédérales ; de là un manque de moyens de circulation, de là peut-être en partie les créations récentes de papier d'État, gagées par l'argent. Cette « inflation » a bien été provoquée par les partisans de ce métal, qui auraient voulu aller jusqu'à la libre frappe, quelques fanatiques même jusqu'à l'adoption de l'argent comme étalon monétaire ; mais leurs demandes d'un accroissement de la circulation ont eu d'autant plus d'écho dans le Congrès à Washington, que les banques nationales suffisaient de moins en moins à l'alimenter. C'est ainsi qu'en 1878 ils firent voter la loi Bland, qui ordonnait la frappe mensuelle de deux millions de dollars d'argent, lesquels sont représentés par les certificats d'argent ; c'est ainsi qu'en 1890 ils obtinrent la loi Sherman, qui prescrivait l'achat mensuel, par le secrétaire aux Finances, de quatre millions et demi d'onces d'argent et l'émission de billets du Trésor, en représentation du métal acheté. Mais cette fois, un dollar de papier ne correspondait pas à un dollar d'argent monnayé dans la proportion de $\frac{1}{15,99}$, par rapport à l'or ; il n'a été émis de billets du Trésor que pour le nombre de dollars or employés à l'achat des lingots d'argent, en vertu de la loi Sherman. Le cours de l'argent n'ayant cessé, de 1890 à 1893, d'être très inférieur à ce rapport de 1 à 15,99, il en résulte que chaque dollar du *Sherman Act* contient virtuellement plus d'argent que les dollars du *Bland Act*. Dans la pratique, cette différence n'existe pas, puisque les dollars *Sherman* n'ont été monnayés que sous forme de papier et qu'ils sont remboursables en dollars d'or, au même titre que les *Bland dollars*.

Malgré cette variété de leur circulation, les Américains l'ont trouvée insuffisante lors de leur dernière crise de 1893. Ils ont eu recours à des certificats de chambres de compensation qui ont temporairement servi de monnaie, non pas au public, mais à des associations de banquiers dans certaines grandes villes. On sait qu'il existe, dans la plupart de ces dernières, des institutions connues sous le nom de *Clearing houses*, où les principales maisons de la place se réunissent afin de compenser entre elles les chèques et d'une façon générale les titres de créances dont elles sont porteurs les unes vis-à-vis des autres. La chambre forme une sorte d'entité morale qui règle les comptes de chacun avec tous et qui ouvre à cet effet un compte à chaque membre particulier. L'un des signes

Digitized by Google

caractéristiques de la crise de 1893 a été la disparition soudaine d'une partie des instruments ordinaires de la circulation, métal et même billets, auxquels il a fallu dès lors chercher des succédanés. On a imaginé de faire émettre par ces instituts de compensation des certificats gagés par des titres de premier ordre, que les banquiers déposaient et en échange desquels ils obtenaient, jusqu'à concurrence, en général, des trois quarts de la valeur cotée, des certificats. Ceux-ci leur servaient à payer, non pas leurs clients, mais les autres banquiers, et leur permettaient de réserver au public leur stock de monnaies courantes. Chaque déposant de titres ainsi remis en garantie était naturellement libre de les retirer à tout moment contre restitution de la quantité proportionnelle de certificats: ce qui se fit naturellement dès que la crise fut passée.

Si l'on veut analyser cette sorte de monnaie, on trouvera qu'elle n'est au fond qu'une extension du système des billets des banques nationales américaines : elle est une façon analogue de monnayer le crédit; seulement elle repose sur le crédit d'entreprises particulières, au lieu du crédit de l'État.

Les billets des banques nationales sont, en effet, gagés directement par des titres de rente fédérale ; les certificats des chambres de compensation sont gagés par des valeurs diverses, mais choisies avec soin, telles qu'obligations hypothécaires, de chemins de fer, etc. Si, d'ailleurs, la qualité en est inférieure à celle des titres de la dette publique, cette différence est rachetée par le fait qu'elles ne sont comptées que pour 75 0/0 de leur valeur négociable, tandis que les rentes fédérales sont prises à 90 0/0. Dans les deux cas, la totalité de l'actif de l'établissement qui a émis les billets ou emprunté sous forme de certificats sert de gage supplémentaire aux billets, et la valeur de cet actif pour les banques nationales est si considérable, qu'on a pu faire le calcul suivant : on a examiné la situation de toutes les banques nationales qui ont suspendu leurs paiements (et elles ont été nombreuses, particulièrement en 1893) ; on a dressé leur bilan et on a constaté que, alors même qu'elles n'auraient pas déposé au Trésor les titres de rente qui garantissent leur émission, les billets auraient été intégralement remboursés, à une fraction insignifiante près. Cette remarque prouve la bonne gestion des banques nationales ; elle n'est pas un argument en faveur de leur système d'émission : nous essaierons de le démontrer dans un instant.

L'Amérique, nous le voyons par ce résumé rapide, présente une variété de monnaie fiduciaire comme il s'en rencontre rarement dans un même pays. Nous y trouvons, en effet, des billets de banques particulières, les banques nationales, les anciens billets des États-Unis dits *greenbacks*, remboursables théoriquement et pratiquement en or, les certificats d'argent qui représentent les dollars d'argent frappés en vertu de la loi Bland de

Digitized by Google

1878, les billets du Trésor émis en vertu de la loi Sherman, remboursables théoriquement en argent, pratiquement en or ; nous ne mentionnons que pour mémoire les certificats d'or et d'argent, les certificats de dépôt de monnaie légale *(legal tender)*, qui ne sont qu'une façon de mobiliser directement les espèces ou même les billets : l'idée de crédit n'intervient ici que pour demander au public d'avoir foi dans le dépositaire. Enfin, nous avons rencontré une forme particulière de la monnaie moderne, les certificats des chambres de compensation, qui, sous la pression de la nécessité, ont été émis par des associations de banquiers, et leur ont servi à régler leurs engagements les uns vis-à-vis des autres, de façon à laisser leurs ressources en espèces disponibles pour leurs règlements avec le public.

II

Nous voudrions maintenant dégager l'esprit général du billet de banque tel qu'il se présente dans le monde contemporain, et classer les formes diverses qu'il est susceptible de revêtir.

La distinction première et capitale qu'il convient d'établir est celle des billets émis par le gouvernement, l'autorité souveraine, s'imposant ou ne s'imposant pas certaines règles pour cette émission, et des billets émanés de banques particulières. Ceux-ci, à leur tour, sont susceptibles de classifications multiples, soit au point de vue de la constitution de l'établissement émetteur : monopole, simple privilège ou liberté, tempérée par des prescriptions législatives, — soit au point de vue de la nature et de la proportion des garanties directes affectées, dans la plupart des cas, à la circulation : métal, titres, portefeuille commercial.

Le billet d'État est un engagement de la nation et suit dès lors la fortune du crédit de celle-ci. Cet engagement de payer peut bien être garanti par des espèces déposées dans les caves du Trésor ; mais, c'est le cas de répéter le vers du poète :

..... *Quis custodiet ipsos*
Custodes ?

Qui gardera les gardiens ? Un État est souverain, et contre ses actes il n'est point de recours, au moins pour les nationaux, rarement pour les étrangers, à moins de l'*ultima ratio*, c'est-à-dire les coups de canon. Dès lors, personne ne pourra l'empêcher de disposer du métal précieux qui est enfermé dans ses caveaux (1). Il va parfois plus loin. N'avons-nous pas vu tout récemment le gouvernement italien contraindre ses banques

(1) On a cru pendant longtemps que le gouvernement américain ne laisserait jamais descendre au-dessous de cent millions de dollars la réserve d'or qui semblait affectée au remboursement de ses *greenbacks*. Cette réserve est aujourd'hui diminuée de près de moitié ! !

Digitized by Google

d'émission de lui remettre 200 millions en or qui gageaient la circulation de celles-ci? Le prétexte donné était que le gouvernement allait lui-même émettre du papier qui remplacerait dans la circulation une quantité égale du papier des banques. Le billet d'État est une mauvaise chose, précisément parce qu'il est exposé à tout l'arbitraire des gouvernants. Il tire sa valeur du crédit public, qui est puissant, puisqu'il représente l'ensemble des forces de la nation : mais des politiques imprudents sont trop aisément tentés d'en abuser. Aussi, avons-nous vu à maintes époques de l'histoire, et dans les pays les plus divers, des banqueroutes scandaleuses suivre des émissions exagérées de billets d'État. Il suffit d'évoquer le souvenir de nos assignats; celui des billets autrichiens réduits, dans les premières années du siècle, au huitième de leur valeur originaire; celui des billets russes ramenés aux deux septièmes vers 1840. Ils ont joué dans l'histoire moderne le même rôle que les altérations de monnaies décrétées par le prince à l'époque du moyen âge. Il arrive donc que l'État émetteur de billets exagère ses engagements de ce chef au point d'être acculé, malgré sa puissance, à les renier.

Avec les banques privées, le danger est infiniment moins grand. Tout d'abord elles n'ont pas par elles-mêmes le crédit suffisant pour imposer l'acceptation de leurs billets en quantité illimitée. Le public a pu être trompé et recevoir parfois en paiement les billets d'établissement qui sont devenus insolvables; mais les chiffres de ces faillites sont bien peu de chose en comparaison de ceux que nous venons de rappeler. Lorsque les banques particulières ont infligé des ruines à un pays, c'est que le gouvernement s'était emparé d'elles, avait décrété le cours forcé et mis la planche à billets en mouvement à son profit. Le billet n'était dès lors plus que de nom un engagement des banques : il devenait en réalité une promesse de l'État.

Le parallèle de la statistique des faillites des billets d'État et des billets des banques particulières est à lui seul une démonstration de la supériorité du second sur le premier. Il en est un peu des banques comme des chemins de fer. Il vaut mieux faire exploiter les unes et les autres par des entreprises privées, en réservant à l'État des droits de contrôle et de surveillance aussi étendus que possible.

En face des billets d'État, qui ne reposent le plus souvent sur aucun gage spécial, mais qui sont garantis par toute la fortune de la nation, ce qui ne les empêche pas d'avoir parfois des destinées lamentables, nous avons à considérer la gamme des billets émis par des banques. Celles-ci se séparent en des catégories bien distinctes au point de vue de leur constitution. Sans parler des banques d'État, comme la Banque de Russie, qui, n'ayant ni capital propre, ni actionnaires, ni Conseil d'administration élu, ne sont autre chose qu'une section du Ministère des Finances, nous distinguons les banques investies d'un monopole; celles qui ont reçu un

Digitized by Google

privilège conféré en même temps à un nombre limité d'autres établissements; celles, enfin, qui vivent sous un régime de liberté, c'est-à-dire peuvent se fonder en nombre illimité, à condition toutefois de se soumettre aux prescriptions générales de la législation nationale.

Toutefois, ce n'est pas cette classification qui nous occupe aujourd'hui. Nous étudions le mécanisme même de l'émission, sans tenir compte des autres caractères des établissements émetteurs. Les systèmes les plus divers fonctionnent à cet égard, mais peuvent se ramener à trois types principaux :

a) Le billet émis en quantité proportionnelle au métal reposant dans les caisses de l'émetteur ou à d'autres portions de l'actif commercial;

b) Le billet émis en quantité proportionnelle aux titres de la dette publique, propriété de l'émetteur, et d'une façon générale aux créances de l'émetteur sur l'État;

c) Le billet émis sans limitation statutaire.

D'une façon plus générale encore, on peut n'établir que deux grandes catégories : celle des banques dont l'émission est statutairement illimitée. et celle des banques dont l'émission varie en fonction de certains éléments de leur actif, que cet actif soit l'encaisse métallique, des titres de rentes, un portefeuille commercial, ou autre chose.

L'analyse de ce qui constitue la garantie des diverses espèces de billets circulant dans le monde est aussi instructive qu'intéressante. La garantie métallique paraît, à première vue, la meilleure de toutes; elle l'est en ce sens qu'elle fournit d'une façon parfaitement adéquate l'objet même qui est promis au porteur du billet, les espèces. Mais la rupture d'équilibre violente qui s'est produite depuis un quart de siècle entre l'or et l'argent fait qu'il ne suffit plus qu'une banque ait dans ses caves un certain nombre de kilogrammes de métaux précieux; il est nécessaire que l'or y entre pour la majeure partie. L'argent n'est plus considéré, à l'heure présente, comme pouvant rendre le même service. Il suffit, pour s'en convaincre, de considérer la Banque d'Espagne, qui a une encaisse de 400 millions contre une circulation de 935 millions, c'est-à-dire une proportion métallique de 43 0/0. Si le métal jaune formait la totalité des 400 millions, au lieu de n'y figurer que pour moitié, on pourrait considérer sans inquiétude la situation de l'établissement. Chacun sait que tel n'est pas le cas, et que le public, au moins à l'étranger, apprécie le bilan de cette Banque comme si l'encaisse était un cinquième et non pas les deux cinquièmes de la circulation.

Mais, sous la réserve de cette observation, capitale aujourd'hui il est vrai, nous pouvons considérer les espèces comme formant la base la plus saine, la plus indiscutable d'une circulation. Il suffit, d'ailleurs, que le métal promis soit clairement exprimé. Les billets du gouvernement

Digitized by Google

indien (1), des banques mexicaines, une certaine catégorie des billets de la Banque nationale de Serbie, sont, au su des porteurs, remboursables exclusivement en métal blanc. Il n'y a donc là aucune équivoque.

Ce qui est moins aisé à définir, c'est l'existence de billets amphibies, remboursables au gré du débiteur, en or ou en argent. Il y a là une source d'inquiétudes possibles qui sont bien lointaines dans des pays d'une puissance économique comme la nôtre, mais qui, ailleurs, en Espagne par exemple, sont un péril pour les finances nationales.

Il est bon de rappeler ici encore une fois que la crise américaine de 1893 a été due en grande partie à cette existence d'un étalon mal défini, de billets sur la nature du remboursement desquels un doute pouvait planer. Aujourd'hui même, malgré la cessation des achats d'argent, une anxiété vague règne encore autour des affaires américaines; elle est due, en grande partie, à l'incertitude de leur étalon.

La couverture métallique est généralement déterminée par une proportion en raison du chiffre des billets. C'est ainsi que la Banque d'Angleterre ne peut émettre aucun billet qui n'ait pour contre-partie une somme égale en or dans son encaisse, sauf une somme fixe de seize millions de livres sterling environ qu'elle est autorisée à créer sans couverture métallique.

Dans beaucoup d'autres établissements, les statuts n'exigent que le tiers: ainsi nos Banques coloniales, celle de l'Algérie, celle de l'Indo-Chine peuvent avoir une circulation égale au triple de l'encaisse; la Banque d'Espagne, la Banque de l'Empire allemand, la Banque nationale de Roumanie, la Banque Ottomane, sont soumises à la même limite; les banques suisses, sous l'empire de la législation de 1881, devaient avoir une encaisse égale aux deux cinquièmes de leur circulation.

Un certain nombre de banques sont autorisées à faire figurer dans leur encaisse et à compter, par conséquent, dans la garantie exigé de ce chef pour leur circulation, leur portefeuille sur l'étranger, notamment lorsqu'il se compose d'effets tirés sur des pays où l'or est étalon. Tel est le cas de la Banque Austro-Hongroise.

Les statuts, le plus souvent, ne s'en tiennent pas à cette limitation, sauf quand elle est, comme en Angleterre, une couverture adéquate en espèces, auquel cas il n'y a aucun inconvénient à laisser le chiffre des billets croître sans bornes parallèlement à celui de l'encaisse en monnaies libératoires. Une relation est souvent établie entre le capital et la circulation, celle-ci étant limitée au triple du capital, comme par exemple pour les Banques Coloniales et la Banque de l'Indo-Chine. Au Canada, la circulation ne peut dépasser en aucun temps le chiffre du capital social versé et

(1) Avant la loi de juin 1893.

Digitized by Google

intact de la Banque. Aux États-Unis la circulation maximum est limitée aux neuf dixièmes du capital et descend parfois jusqu'aux six dixièmes.

Lorsque l'encaisse ne représente qu'une fraction de la circulation, le tiers par exemple, proportion assez généralement adoptée, les statuts prescrivent souvent que le solde de la circulation, non couvert par des espèces, devra être représenté par tels ou tels éléments d'actif spécialement désignés. C'est ainsi qu'en Allemagne la circulation qui excède le montant du fonds métallique doit être couverte par le portefeuille ; en Espagne de même ; en Autriche, où deux cinquièmes au moins de la circulation doivent être gagés par des espèces, les trois autres cinquièmes doivent être représentés par des engagements de banque, à savoir des lettres de change et des titres sur lesquels des avances ont été faites.

On trouve dans la plupart des statuts des banques d'émission des prescriptions au sujet de la contre-partie de la circulation ; mais divers dangers peuvent naître en dépit de la sagesse des statuts : la qualité du papier peut ne pas être commerciale ; des effets de complaisance peuvent se glisser dans le portefeuille ; on peut dissimuler sous forme d'escompte de signatures des avances sur immeubles ; on peut enfreindre les limites d'échéance en faisant renouveler successivement des traites qu'on savait ne pouvoir être payées une première fois à l'échéance ; enfin et surtout l'escompte des valeurs gouvernementales, les achats de rente, les avances au Trésor public sous toutes leurs formes, directes ou indirectes, avouées ou dissimulées, peuvent vicier de mille manières la constitution d'une banque et en altérer le crédit.

En dernière analyse, les garanties du billet ne sont jamais complètes si l'on ne peut compter sur l'expérience, l'indépendance et l'honnêteté de ceux qui dirigent l'établissement émetteur.

Les garanties qui consistent en rentes nationales sont en principe dangereuses. Elles ramènent par une voie indirecte le billet de banque à n'être qu'un billet d'État, puisqu'en fin de compte, c'est un titre d'État dont la réalisation doit, à un moment donné, fournir les espèces que le porteur du billet a le droit de réclamer.

Ces inconvénients n'apparaissent pas dans un pays comme l'Amérique du Nord, où le crédit de l'État est puissant ; où, pendant une longue période, les budgets ont présenté des excédents qui ont permis le rachat d'une grande partie de la dette publique. Ils éclatent, au contraire, avec violence chez des nations moins solides, la République Argentine par exemple, où la chute des banques qui avaient employé leur capital à l'achat de rentes nationales a été l'un des traits saillants de la déroute financière.

Si nous nous plaçons au point de vue le plus général, sans faire

Digitized by Google

de distinction entre les diverses sortes de dettes des gouvernements, nous pouvons dire que la plupart des banques d'émission sont créancières des États de qui elles tiennent leur privilège. Beaucoup d'entre elles le sont sous une double forme, en vertu de titres de rente qu'elles possèdent dans leur portefeuille et qu'elles sont libres d'aliéner (ce cas est tout différent de celui où des rentes inaliénables sont déposées en garantie directe de la circulation), et aussi en vertu d'avances consenties pour une période fixe, ou indéterminée, ou égale à la durée même de leur privilège. C'est dans cette dernière catégorie que rentre la dette de 11 millions de livres sterling du gouvernement anglais vis-à-vis de la Banque d'Angleterre; c'est là aussi qu'il faudrait ranger la dette fixe de 568 millions de roubles dont le gouvernement russe s'est reconnu comptable vis-à-vis de la Banque de Russie, si cette banque était un établissement indépendant du Trésor constitué avec un capital particulier, et susceptible de réclamer, à un moment donné, le remboursement de cette dette.

La Banque de France a consenti au Trésor deux avances d'ensemble 140 millions de francs, dont l'une de 60 millions (remontant à 1857) doit être prolongée pendant toute la durée de son privilège; la seconde, de 80 millions accordée pour dix ans en 1878, a été, depuis 1888, renouvelée d'année en année. La Banque d'Espagne a avancé au Trésor 150 millions de piécettes sans intérêt jusqu'à l'expiration de son monopole en 1921. Nous pourrions multiplier ces exemples. Il nous suffira de rappeler que, de ces diverses formes d'emploi d'une partie de l'actif des banques d'émission, la moins pernicieuse est celle qui consiste à acheter des rentes libres et négociables, puisque l'établissement propriétaire est alors maître, au moins en théorie, de les réaliser. Parmi les avances, il faut préférer celles qui sont à échéance fixe, plus courte que la durée du privilège; quand elles ont une durée aussi longue que ce dernier, il faut souhaiter que le montant n'en dépasse jamais celui du capital de la banque, car si ce capital, qui ne constitue pas une dette vis-à-vis des tiers, peut à la rigueur être employé de la sorte, il faut éviter à tout prix de consacrer à cet usage tout ou partie des dépôts exigibles; l'argent appartient aux tiers et non pas à la banque.

D'une façon générale, moins les attaches d'une banque avec le gouvernement sont étroites, et mieux son crédit s'en trouve. Il ne s'agit, bien entendu, pas d'exclure la surveillance de l'autorité, qui doit, au contraire, s'exercer le plus possible, mais d'empêcher celle-ci de peser sur la banque pour en absorber les ressources à son profit. Un modèle qu'on peut citer à cet égard est la Reichsbank allemande qui n'a pas, dans les éléments constitutifs de son actif, la moindre créance sur le gouvernement impérial, en dehors d'une bagatelle de *Reichscassenscheine*. C'est le plus détestable service qu'en temps ordinaire une banque puisse

Digitized by Google

rendre à un État que de se mettre à sa dévotion et de fabriquer sur commande des millions de billets. Dans des circonstances exceptionnelles, telles qu'une guerre avec l'étranger, elle le fera à coup sûr ; devant une question de salut public, toutes les règles disparaîtront. Mais encore cette violation sera-t-elle d'autant moins funeste qu'elle se produira dans une organisation plus saine et pour un temps plus court. Il faut répéter une fois de plus, après M. Thiers, que si la Banque de France a pu rendre à l'État, lors de la guerre de 1870, les services que l'on sait, c'est en partie grâce à son caractère d'établissement privé, traitant librement avec le gouvernement et défendant celui-ci contre ses propres entraînements.

Il ne nous reste plus qu'à considérer le troisième cas, celui où les statuts renoncent à imposer aucune limite à l'émission des billets de banque, et ne prescrivent aucune corrélation fixe entre la circulation d'une part, le capital, l'encaisse ou le portefeuille de l'autre. Cette absolue liberté est rare, mais elle existe, statutairement du moins, pour le premier établissement d'émission du monde, la Banque de France. Cette organisation fût-elle unique qu'elle mériterait encore de nous arrêter, ne fût-ce qu'à cause de l'importance du sujet et des excellents résultats que le système a donnés. Les statuts se bornent à prescrire à la Banque de France d'avoir toujours dans ses caisses une quantité de numéraire suffisante pour faire face à toutes les demandes de remboursement. C'est à elle à limiter des émissions de billets en conséquence ; c'est au public à refuser ceux-ci ou à les présenter au remboursement, s'il considère que les bornes de la prudence ont été dépassées. Telle est la vérité économique. Une double condition s'impose alors : 1° que la plus large et la plus constante publicité soit donnée aux bilans de la Banque, de façon que chacun puisse se rendre compte de la solidité du billet, à tout moment ; 2° que les billets n'aient pas cours légal, c'est-à-dire que nul ne soit contraint de les accepter en paiement. Dès que l'État intervient pour leur donner le cours légal, il peut, par une déduction logique, limiter le chiffre de leur émission : c'est ce qui se passe actuellement en France, où le billet de la Banque a cours légal et où l'émission en a été constamment limitée depuis 1870. La dernière loi sur la matière date de décembre 1892 : elle a fixé le montant de la circulation à quatre millliards. A plus forte raison, l'État intervient-il pour limiter le chiffre des billets, quand il leur donne cours forcé, c'est-à-dire quand il dispense l'émetteur de les rembourser en espèces. Mais c'est là un cas qui, dans un système financier bien organisé, doit être considéré comme anormal. Les mesures qui s'imposent alors ne peuvent en aucune façon s'appliquer aux époques régulières, et nous sommes ici encore ramenés à la conclusion qui se dégage de toute étude impartiale des divers modes d'émission fiduciaire et qui se résume en quelques principes fondamentaux.

Digitized by Google

1° Il faut rejeter tout système qui fait émettre les billets à vue et au porteur par le Trésor public.

2° Parmi les garanties qui doivent être à la base de la circulation, il convient de ranger en première ligne les espèces métalliques, en évitant la présence simultanée des deux métaux précieux, et en n'acceptant que celui dont la frappe est libre — ceci sous toute réserve de l'état transitoire dans lequel se trouvent un certain nombre de pays à étalon boiteux et dont nul ne saurait leur conseiller de sortir brutalement.

3° A coté du numéraire, la garantie naturelle du billet de banque est constituée par le portefeuille commercial, composé d'effets de commerce sincères et loyaux, représentant des affaires réelles et portant des signatures solvables.

4° Il ne doit, autant que possible, pas figurer en temps ordinaire à l'actif de la banque émettrice de créances sur l'État, auquel la banque ne doit prêter son appui que dans des circonstances exceptionnelles ;

5° Parmi les modes de concours que la banque peut donner au Trésor, le moins fâcheux est celui qui consiste à acquérir des rentes nationales, à condition qu'elle en conserve la disponibilité; si elle est obligée de lui faire des avances, il vaut mieux qu'elles soient à courte échéance et qu'elles coûtent un intérêt à l'État, afin d'inciter celui-ci au remboursement le plus prompt possible.

En un mot, la préoccupation constante, l'objectif essentiel de la banque doit être de toujours rembourser à vue le chiffre de billets qui, dans les hypothèses les plus défavorables, peut lui être présenté, et de posséder à cet effet un ensemble de ressources disponibles suffisantes pour avoir le droit de se considérer, à chaque minute, comme en mesure de le faire. Cette facilité de mobilisation de l'actif est l'article essentiel du programme de toute espèce de banque. Mais lorsqu'il s'agit d'une banque d'émission qui détient en quelque sorte une partie de la puissance publique, qui est investie du droit régalien de battre monnaie, ce devoir est plus rigoureux encore : c'est un véritable « impératif catégorique », qu'elle ne saurait méconnaître sans courir de graves dangers et y entraîner la nation à sa suite.

Digitized by Google

M. RAFFALOVICH

Correspondant de l'Institut, à Paris.

LES SOCIÉTÉS DE CONSTRUCTION EN ANGLETERRE ET AUX ÉTATS-UNIS : SERVICES QU'ELLES ONT RENDUS — CRISES QU'ELLES ONT TRAVERSÉES

— Séance du 11 août 1891 —

Ceux qui attachent un grand prix à l'initiative privée, à l'assistance de soi-même et à la coopération des efforts individuels seront d'accord avec nous pour parler avec un sentiment de respect du bien que les *Building Societies* ont effectué en Angleterre et aux États-Unis. Par leur intermédiaire, plus de deux milliards et demi de francs ont été consacrés dans le Royaume-Uni à la construction ou à l'achat de maisons ou de terrains par leurs membres.

Le nom de *Building Societies* (Sociétés de construction) indique la fonction primitive de ces associations, mais il ne s'applique plus à leur activité présente. Elles ne construisent pas (tout au plus terminent-elles les constructions laissées inachevées par les emprunteurs). Elles sont essentiellement de simples Sociétés de prêt formées par des cotisations presque toujours mensuelles, mais dont les avances ne se font que sur des valeurs immobilières, terrains ou maisons. Le propre de ces avances est d'être remboursables, capital et intérêts, par paiements mensuels. Il s'ensuit que rentrant immédiatement dans une partie de leurs fonds, ces Sociétés trouvent leur compte à faire des avances beaucoup plus fortes en proportion de la valeur du bien hypothéqué qu'un créancier ordinaire. Tandis que celui-ci se risque rarement à avancer au delà des deux tiers de la valeur réelle, une « building Society » avance les trois quarts ou même les sept huitièmes. « Ce mode d'avance, dit M. Ludlow, est extrêmement avantageux aux petites gens. L'ouvrier gagnant un bon salaire, le commis, le petit boutiquier, pour peu qu'il ait un faible capital en main, trouve à s'acheter une maison et devient souvent propriétaire au bout de douze à quatorze ans pour une somme totale qui ne dépassera pas beaucoup ce qu'il aurait payé en simples loyers. »

Les Sociétés de construction se divisent en deux classes : les unes permanentes, les autres temporaires *(terminating)*. Le nom seul explique la différence qui existe entre elles. Les Sociétés temporaires existent

Digitized by Google

jusqu'à ce qu'un événement déterminé se soit produit, par exemple, jusqu'à ce que chaque membre ait obtenu une avance, ou pendant un nombre fixe d'années. Il y a beaucoup de Sociétés de cette espèce, mais les plus importantes appartiennent toutes à la catégorie des Sociétés permanentes.

Des actions sont émises, dont la libération a lieu par versements mensuels ou autres, ou la libération peut se faire immédiatement. La plupart des Sociétés reçoivent des dépôts et émettent des *deposit shares* (actions de dépôt). Elles peuvent recevoir des dépôts pour une somme égale aux deux tiers du montant avancé sur hypothèques, mais pas davantage.

Il y a certaines Sociétés, principalement parmi les Sociétés temporaires, qui sont connues sous le nom de *Ballot and sale Societies* (tirage au sort et enchères), dans lesquelles l'avance est alternativement tirée au sort et mise aux enchères. Lorsqu'une Société de cette catégorie a accumulé un chiffre de souscriptions suffisant, elle tire la somme au sort et la prochaine fois l'appropriation des 400 £ est mise aux enchères et le plus fort enchérisseur obtient l'avance. Il y a beaucoup de Sociétés fondées sur ce principe; mais comme leur mode de procéder entraîne des désappointements et qu'il introduit l'élément aléatoire dans ce qui devrait être simplement une transaction commerciale, il ne se recommande pas à ceux qui ont à cœur les intérêts des *Building Societies* ou qui ont quelque expérience de leur fonctionnement.

D'après M. Ludlow, la part directe de la classe ouvrière dans le mouvement des *Building Societies* se borne en grande partie aux Sociétés temporaires, malgré les complications de leur mécanisme. Elles ont un personnel peu nombreux, ce qui permet l'économie dans la gestion.

Parmi les Sociétés permanentes, celles que l'ouvrier affectionne sont celles où le chiffre de l'action est peu élevé, d'une livre au minimum, de 10 £ au maximum.

Au point de vue de la législation, les Sociétés se partagent en deux grandes classes : celles des Sociétés fondées avant la loi de 1874, et celles des Sociétés fondées depuis. Les Sociétés régies par la loi de 1836 sont calquées sur la *Friendly Society* et soumises à certaines prescriptions surannées.

La législation nouvelle les a respectées. Les Sociétés fondées depuis 1874 sont seules tenues de transmettre au « Registrar » un compte rendu (bilan) annuel. Il en résulte que les statistiques sont incomplètes (1).

(1) La loi de 1874 (30 juillet), *The building Societies act*, concerne les Sociétés établies en Angleterre, plus encore, malgré leur nom, pour prêter hypothécairement que pour construire ; mais le résultat est la création, souvent l'achèvement, de maisons destinées à la classe peu aisée. *Depuis 1894, les* Building Societies *forment deux catégories distinctes d'associations suivant qu'elles ont été fondées avant ou après 1874.*

Dans ses quarante-quatre articles, l'*act* de 1874 indique la marche à suivre dans la formation de

Digitized by Google

Au 31 décembre 1886, il existait en Angleterre, 2.079 Sociétés, dont 1.992 en Angleterre, 46 en Écosse, 41 en Irlande. Leurs engagements s'élevaient à 53 millions de livres ; elles devaient 35 millions à leurs actionnaires et près de 16 millions à d'autres déposants. En 1891, comme le montre le tableau ci-contre, leur nombre était de 2.767 avec près de 600.000 membres ; elles avaient encaissé dans l'année plus de 19 millions de livres, c'est-à-dire près d'un demi-milliard de francs. La moyenne par Société avait été de 200.000 francs environ. Elles devaient tout près de 35 millions de livres (820 millions de francs environ) à leurs actionnaires et 15 millions de livres (375 millions de francs) à leurs déposants.

Dans les dernières années les Sociétés de construction ont traversé une crise en Angleterre et elles ont été exposées à l'examen de l'opinion publique. La crise qui a emporté quatre ou cinq énormes associations, et qui a laissé debout un établissement modèle la *Birkbect Bank*, qui a à elle seule 125 millions de francs de dépôts, était due, en partie, à des défectuosités inhérentes au système, et, en partie, à ce que des gens malhonnêtes avaient faussé le principe qui sert de fondement aux Sociétés de construction.

Celles-ci, à l'origine, avaient pour but de faciliter l'acquisition de maisons ou l'emploi rémunérateur de capitaux à leurs membres qui se partageaient en deux catégories : ceux qui empruntaient et ceux qui déposaient.

Plus tard, en vue d'étendre le champ d'action et de se procurer les capitaux dont on avait besoin, on accepta des dépôts de tiers qui n'étaient pas affiliés à l'association. On se trouvait tout près de la limite qui sépare les Sociétés de construction des banques de dépôts.

Un certain nombre de Sociétés de construction se mirent donc insensiblement à faire de la banque. Malheureusement la contre-partie des fonds qu'elles recevaient en dépôts était représentée, pour la presque

ces Sociétés, leur enregistrement par le *Registrar* des Sociétés de secours mutuels, leur « incorporation » qui leur assure le caractère de « personne morale » ; la responsabilite des associés qui est limitée aux sommes payées par chacun d'eux, s'il n'a reçu aucune avance ; les conditions dans lesquelles ces Sociétés peuvent emprunter.

Comme dans la plupart des lois anglaises, les détails abondent et bien des dispositions qui y figurent doivent être quelque peu étonnées de s'y rencontrer.

Néanmoins, il y a dans ce texte des points importants sur lesquels nous devons appeler l'attention.

Ainsi, pour établir une Société de construction, ou plus exactement de prêts pour construire, il faut transmettre au *Registrar* deux copies des statuts et obtenir, comme nous venons de le dire, l'incorporation ; tout employé qui a un maniement de fonds est tenu de fournir caution ou une garantie jugée suffisante ; ces Sociétés peuvent acheter, construire, louer avec ou sans bail des bâtiments, elles peuvent acheter des terres ou les prendre à bail, mais seulement en vue d'y élever des constructions ; elles peuvent vendre, échanger ou louer tout ou partie de ces constructions.

Toute personne âgée de moins de vingt et un ans peut même être admise dans une Société de cette nature et elle s'engage valablement pendant sa minorité en ce qui touche les opérations de l'entreprise.

Deux ou plusieurs personnes peuvent posséder conjointement une ou plusieurs parts de ces Sociétés.

Digitized by Google

totalité, par des avances à longue échéance, et toutes celles qui ne prirent pas la précaution de se garder contre des retraits précipités par la stipulation d'un préavis et d'autres sauvegardes, étaient exposées à succomber sous le coup des demandes de remboursement à vue.

La bonne réputation dont jouissaient, en général, les Sociétés de construction, la sécurité qu'elles présentaient à leurs actionnaires et à leurs déposants de ne faire des avances que sur l'hypothèque, les immunités fiscales que leur attribuait la loi de 1874, ne pouvaient manquer d'attirer l'attention de faiseurs d'affaires qui ont fondé des sociétés sur une très vaste échelle, qui ont attiré les petits capitaux en promettant de gros intérêts et qui, ensuite, se sont lancés dans de désastreuses spéculations immobilières, en prêtant l'argent à deux ou trois entrepreneurs de construction et non pas en le répartissant sur un grand nombre de petits prêts. Il en est sorti quelques faillites scandaleuses, notamment celle de la *Liberator Building Society*, qui comptait 20.000 intéressés et qui a eu un passif de 75 millions de francs sur lequel près de deux tiers avaient été confiés à un seul entrepreneur.

Les Sociétés de construction, en dernière analyse, sont de petits établissements de crédit foncier et, comme tels, elles ne pouvaient échapper aux conséquences fâcheuses résultant de prêts consentis trop légèrement, ou sur des gages qui se sont dépréciés, ou à des débiteurs insolvables.

D'après un document soumis au Parlement en 1894, six ou sept cents Sociétés de construction détiennent des propriétés immobilières représentant une valeur d'estimation à l'origine de 125 millions de francs, sur lesquels il leur était dû plus de 100 millions de francs, et qui figuraient dans leur bilan pour 95 millions. Ce domaine rapportait, brut, près de 7 millions et demi de francs et imposait 4 millions environ de dépenses annuelles.

Une des difficultés contre lesquelles les Sociétés de construction sont obligées de lutter, c'est la difficulté de trouver des hommes compétents et honnêtes pour gérer les affaires ; elles sont souvent exposées à des détournements de fonds, qui se poursuivent pendant de longues années, et qui les ruinent insensiblement. Un reproche qu'on adresse, avec juste raison, aux Sociétés du type *terminable* et du modèle de celle fondée par MM. Bowkett et Starr, c'est d'introduire dans les classes ouvrières le goût de la spéculation et de l'agiotage : ces Sociétés, par leur système de tirages au sort, combiné avec des ventes aux enchères, ne sont que des loteries déguisées.

Il est intéressant de relever, en passant, que les promoteurs de Sociétés de construction savent souvent faire une affaire lucrative de la fondation, en prélevant une somme relativement élevée pour la confection des statuts.

En 1893, une Commission parlementaire a siégé à Londres pour examiner

Digitized by Google

la question des Sociétés de construction et étudier les modifications qu'il conviendrait d'apporter à la législation existante.

Dans les pays où ne fleurit pas l'adduction forcée de la petite épargne dans les caisses du Trésor ni l'absorption de cette petite épargne par des placements en rentes sur l'État, la libre initiative des intéressés a créé des formes mutiples de placements : une des plus intéressantes à étudier est celle des *Building and Loan Associations*, dont le développement est devenu si considérable aux États-Unis. Tout le monde sait aujourd'hui ce qu'il faut entendre sous le nom de *Building Societies* anglaises. Ce sont des associations formées dans le but de permettre l'accumulation de sommes minimes, finissant par former des totaux respectables et qui font des avances à leurs membres sur hypothèque, afin de rendre possible la construction de maisons.

La *Building and Loan Association* ou *Cooperative Bank* est une caisse d'épargne qui ne diffère des caisses d'épargne pures et simples que par les détails techniques de la manière de faire les versements et les avances. Les déposants conviennent de faire leurs dépôts à échéance fixe et, par le système d'achat de parts ou actions, ils indiquent l'importance finale des dépôts. La Banque ne fait des avances qu'aux déposants ; elle prête à celui qui promet l'intérêt le plus élevé, à condition que le nantissement soit bon et, par le système de la libération progressive des actions, elle assure le remboursement. C'est dans ses détails que se trouve le secret du grand succès des *Building Associations*, dont la première a été fondée aux États-Unis, il y a une cinquantaine d'années (1).

On distingue trois formes de constitution :

1° Les premières en date étaient conçues sur le système *terminable*. Les membres étaient tenus de s'affilier au début de l'association et toutes les actions arrivaient à maturité au même moment. C'étaient de véritables associations de construction ; elles ont fait leurs preuves comme utilité et elles ont été fort populaires. Le nombre en va en décroissant.

2° Dans la seconde forme, qu'on appelle *serial*, les membres étaient classés conformément à la date de leur adhésion et répartis en séries, dont les actions commençaient à se libérer et achevaient de se libérer en même temps. Ce sont les plus nombreuses. Ce sont des associations temporaires en quelque sorte, qui se liquident par séries.

3° La troisième forme constitue une évolution marquée : elle s'écarte des deux premiers types. Elle porte le nom de *perpétuelle* ou d'association sur le modèle de l'Ohio. Dans les associations *perpétuelles*, les membres peuvent entrer ou se retirer à leur gré, sans perte pour eux-

(1) La législation du Massachusetts définit les associations de ce genre : *Corporation for the purpose of accumulating and lending to its members the savings of such members.*

Digitized by Google

mêmes et sans aucun détriment pour l'association. C'est la forme la plus populaire aujourd'hui ; elle s'adapte mieux à la convenance des individus. L'introduction a marqué le commencement de l'extrême popularité des *Building Associations*.

D'après M. Sanborn, secrétaire général de l'*American Social Science Association*, il existerait actuellement 5.300 *Cooperative Building and Loan Associations* aux États-Unis.

New England	150	Michigan	60
New-York	375	Minnesota	150
New-Jersey	200	Iowa et Nebraska	150
Pensylvanie	1.200	Missouri	200
Delaware et Maryland	225	Kansas	130
Ohio	750	Kentucky	200
Indiana	400	Tennessee	300
Illinois	400	États du Sud	100
Visconsin	50	Californie et Nord-Ouest	150

M. Bolles a recueilli les données statistiques relatives à 538 associations de Pensylvanie, d'où il résulte que le nombre des actions est de 782.506, sur lesquelles 201,117 avaient servi à contracter des emprunts. Les versements annuels ont été de 18,372,178 dollars, les recettes de 17.419.155 dollars ; il restait en caisse, à la fin de l'année, 953,023 dollars. Les sommes remboursées dans l'année, par suite de l'arrivée à maturité, ont été de 4.647.284 dollars ; les dépenses courantes de 204.454 dollars. L'actif total est de 42.157.148 dollars, le bénéfice de 8.102.000 dollars. Si l'on opère par estimation pour les 1.200 Sociétés existant dans l'État, on arrive à un actif de 94 millions de dollars, 41 millions de versements annuels et 18 millions de dollars de bénéfice.

La moyenne des sommes encaissées par les 538 associations, dont les comptes sont connus, est de 34.149 dollars, celle des frais généraux de 380 dollars, un peu plus de 1 0/0, tandis que les Sociétés nationales, c'est-à-dire embrassant plusieurs États, ont des frais généraux beaucoup plus considérables. L'*United States Saving Loan and Building Company* de Saint-Paul (Minnesota) a un compte de frais généraux qui absorbe 9 0/0 des recettes.

Sur les 538 Sociétés pensylvaniennes, 1 remonte à 1853 ; 28 sont antérieures à 1869 ; 400 ont moins de 12 ans d'existence.

M. Bolles croit qu'on ne se trompe pas en évaluant à 80 millions de dollars (450 millions de francs) la valeur des prêts hypothécaires consentis par les Sociétés de l'État. Il ne faudrait pas considérer ces hypothèques comme dettes passives, mais plutôt comme de la richesse en formation. « Supposons, dit-il, que 81.600 personnes payaient 12 dollars par mois pour leur logement ou ensemble 11.750.400 dollars par an.

Digitized by Google

Elles s'associent avec 180.000 personnes qui ont précédemment fait l'acquisition de maisons et qui consentent à des versements mensuels, en faisant des avances pour permettre de construire. A la fin de 142 mois, il se trouve que l'emprunteur est devenu propriétaire en déboursant une somme égale à ce qu'était antérieurement son loyer et qu'il a une maison libre de dette, et 81.600 personnes sont les possesseurs de 90 millions de dollars en valeurs immobilières, qu'elles ont accumulés mois par mois. Au lieu que ces hypothèques soient une dette dans le cas présent, elles constituent un actif en perspective. »

La valeur présente de chacune des actions. qui est en moyenne de 54 dollars. la valeur nominale (la limite des versements) varie entre 50, 100 et 200 dollars. Il faut une douzaine d'années pour la libération complète; mais comme le bénéfice annuel est de 10 1/4 0/0, on pourrait arriver à compléter les versements de neuf ans et huit mois.

Les 450 millions de francs d'hypothèques ont été constitués en un demi-siècle environ.

L'État dans lequel le mouvement est le plus intense est l'Ohio. Les associations locales les plus considérables se trouvent à *Dayton* et à *Toledo*. La *People's Association*, à Toledo, a encaissé, en 1889, 256.718 dollars avec des frais généraux inférieurs à 1 0/0, tandis que la *National Association* de Saint-Paul a eu des frais dix fois plus élevés: cependant elle promet 24 0/0 d'intérêts aux déposants. M. Sanborn croit faire l'observation qu'il est inutile de perdre son temps en commentaires sur l'issue probable de la *Saint-Paul Association*.

Dans l'État de New-York, on a des détails officiels sur 375 associations; les deux tiers opèrent dans les villes de New-York, Brooklyn, Buffalo et Rochester. A Buffalo, on compte 100 associations avec 20.000 membres, 76 à Rochester avec 19.000 membres, 65 à New-York avec 29.000 membres, 25 à Brooklyn avec 12.500 membres. On croit que 25 Sociétés ont négligé de communiquer leur situation au fonctionnaire chargé d'enregistrer les statistiques annuelles, et qu'on peut adopter pour l'État de New-York le chiffre de 400 Sociétés avec 105.000 membres. La plupart sont de date relativement récente, 1886 à 1888. Parmi les plus anciennes figure l'association des employés de la *Western Union Telegraph Company*.

Quatorze de ces associations sont « générales » ou « nationales »; elles se distinguent par le fait d'entretenir un état-major permanent, bien rétribué ainsi que des agents salariés dans les différentes parties des États-Unis; elles cherchent à faire des placements hors de l'État de New-York.

Les actions dans les associations locales dans l'État de New-York sont ordinairement au capital nominal de 250 dollars, payables par versements hebdomadaires de 25 cents par action. Personne n'a moins de deux, ni

Digitized by Google

plus de cinquante actions. Au 1er janvier 1890, on estimait la valeur nominale souscrite à 35 millions de dollars. Les avances faites, au nombre de 1.165, s'élevaient au total de 3.210.658, soit en moyenne 2.800 dollars (14.000 francs) par emprunteur. La majeure partie de l'argent sert à construire des maisons dans les faubourgs, le prix du terrain étant trop élevé dans l'intérieur de la cité. En 1890, les Sociétés ont encaissé 2.139.000 dollars; les frais généraux se sont élevés à 42.424 dollars, 1 4/5 0/0 en moyenne. Cependant quelques associations ne dépensent que 1 0/0 ou même moins.

Il en est autrement dans les associations nationales. Les actions y sont de 100 dollars, payables à raison de 60 cents par mois; sur ces 60 cents, 10 sont prélevés pour les dépenses. Le nombre des membres est estimé pour les 14 Sociétés à 5.000, dont à peine 15 0/0 sont des habitants de l'État. Le chiffre des actions émises est de 93.567, celui des avances de 454 pour 503.209 dollars. L'actif total est de 602.002 dollars, les recettes de l'année 680,102. Les frais généraux s'élèvent à 172.583 dollars ou 25 0/0.

Le succès des *Bonâ fide Building Associations* a donc provoqué un courant de spéculation, qui a découvert un champ à exploiter, notamment de la part des sociétés qui étendent leurs opérations à plusieurs États ou même à l'ensemble de la République. On compte 150 *General Building Associations* (15 dans le Minnesota, 15 à Chicago, 10 à New-York). La plupart d'entre elles, lorsqu'elles sont honnêtes, sont des Sociétés immobilières qui ont pour objet de recueillir des capitaux dans l'Est et de les placer dans les États neufs du Nord-Ouest. C'est une opération hasardée, qui diffère de l'échelle modeste et prudente sur laquelle opèrent les bonnes Sociétés locales. De plus, on soupçonne quelques-unes des grandes Sociétés d'être des entreprises de spéculation, qui ruineront les petits actionnaires.

Dans une étude publiée antérieurement dans l'*Économiste français*, nous avions déjà fait ressortir le fait de la tournure *spéculative* que prenait l'extension des *Building and Loan Association*.

La concurrence est faite aux vieilles caisses d'épargne. Cependant dans le Massachusetts, où la première caisse d'épargne a été établie en 1816, il existe 177 caisses d'épargne, avec 350 millions de dollars de dépôt, contre 106 *Building Societies*, avec 10 millions.

Les caisses d'épargne ordinaires seraient au nombre de 637 aux États-Unis, toutes, à l'exception de 11, dans les États de l'Est et du Centre; dans l'Ouest et au Sud, les sociétés de prêts et de construction occupent leur place.

D'autre part, on fait observer que le champ d'activité de celles-ci n'est pas illimité, la demande d'avances sur hypothèques n'absorbe actuellement que le tiers des ressources des caisses d'épargne.

Le taux d'intérêt obtenu par les *Building Societies* a tendance à fléchir:

Digitized by Google

à Boston, il est tombé de 7 0/0 à 6,3 0/0. Les caisses d'épargne ordinaires se contentent de 5 0/0, il est vrai que la loi leur interdit d'avancer plus de 60 0/0 de la valeur, tandis que les Sociétés de construction vont jusqu'à 70 0/0. Celles-ci peuvent le faire, parce qu'elles exigent le remboursement régulier (1).

La supériorité des *Building Societies*, là ou le fonctionnement en est compris, c'est de parler à la fois au sentiment et aux sens, d'avoir un objet tangible, la maison. Elles sont administrées directement et à peu de frais par les intéressés eux-mêmes.

Jusqu'ici, les Sociétés de construction du type anglais ou américain ne se sont pas implantées en France et nous sortirions de notre cadre si nous voulions en chercher les causes.

Schulze-Delitzsch était d'avis de provoquer le concours de capitalistes comme commanditaires, parce que les Sociétés de construction ont besoin de gros capitaux pour commencer. Afin de gagner les capitaux aux Sociétés de construction, son plan était le suivant : fondation d'une association du capital comme entrepreneur et d'une association mutuelle (personnelle) comme cliente. Les deux Sociétés devraient se constituer indépendamment l'une de l'autre. L'association des capitaux (Société anonyme) a pour objet, l'acquisition dans les conditions les plus avantageuses, de grands lots de terrain ; la Société mutuelle a pour objet de recueillir graduellement les capitaux parmi ses membres; le programme comporte la conclusion d'un contrat librement consenti entre les deux associations, en vue de la construction, éventuellement de la vente, de logements d'ouvriers.

Les propriétaires de grands terrains à bâtir, pensait Schulze-Delitzsch, devraient préférer traiter avec une Société dont tous les membres sont solidairement responsables, plutôt qu'avec des personnes isolées (on sait qu'aujourd'hui la solidarité n'existe presque plus dans les associations allemandes). Une association d'ouvriers est peu apte à se lancer dans de grandes entreprises et à courir des risques ; d'autre part, l'entrepreneur ne peut s'attacher à percevoir de petits capitaux, tandis que ceux-ci peuvent être recueillis par l'association sous forme de cotisations mensuelles ou hebdomadaires.

La forme d'association en vue de la construction de maisons dont les sociétaires pouvaient se rendre acquéreurs qui a le mieux réussi en Allemagne, répond aux idées de Schueze-Delitzsch. La cheville ouvrière se trouve dans une association de petites gens, ouvriers ou artisans, qui se groupent afin de réunir un fonds social à l'aide de cotisations hebdo-

1) Qu'est-ce qui empêcherait d'emprunter à 5 0/0 à une caisse d'épargne et de déposer l'argent à une *Building Society*, qui bonifie 6 1/2 0/0 ?

Digitized by Google

madaires ou mensuelles. Ils font ainsi œuvre d'initiative et donnent la preuve de leurs qualités morales en s'imposant, chacun, l'effort de l'économie ; ils trouvent assez aisément des capitalistes qui viennent prêter de l'argent sur des obligations émises par l'association et gagées par le terrain et les immeubles. Pour avoir le droit de se porter acquéreur, il faut avoir réuni une petite somme qui sert de premier versement en vue de l'achat, et, pour le reste, l'acquéreur s'acquitte par des versements réguliers comprenant l'intérêt et l'amortissement.

Dans ces conditions, à Berlin, une Société fondée en 1886 par 26 membres en comptait 768 en 1890, avec 72.000 marcs de capital, et elle avait construit 40 maisons. Les maisons coûtent en moyenne de 6.000 à 9.000 marcs ; elles renferment 4 pièces, 2 cuisines, etc. ; l'acquéreur doit payer 6 0/0, dont 2 0/0 pour l'amortissement.

La cotisation hebdomadaire des membres est de 40 pfennigs ou de 50 centimes par semaine.

Les Sociétés de construction en Allemagne construisent en même temps qu'elles vendent à leurs membres. Il importe de signaler la fondation dans quelques villes, notamment à Hanovre, en 1885, de Sociétés d'ouvriers, qui veulent à la fois combiner l'épargne et la construction de maisons, soit isolées, soit à locataires multiples et il ne s'agit pas tant, ici, de transformer l'ouvrier en propriétaire que de lui assurer un logement salubre et à bon marché.

L'association d'épargne et de construction de Hanovre, fondée par 70 ouvriers en 1885, comptait 282 membres, avec un capital versé de 8.493 marcs, en 1886 ; 1.098 membres avec 127.111 marcs, en 1890 ; 1.900 membres, avec 383.000 marcs, en 1892.

En 1893, le nombre des membres s'élevait à 2.200 et leur capital à 500.000 marcs ; il est arrivé à construire plus de 300 logements composés de 3 pièces, cuisine, water-closets, qui se louent de 200 à 275 francs par an.

On sait que l'assurance obligatoire, telle qu'elle est pratiquée en Allemagne, entraîne à sa suite l'accumulation de capitaux considérables pour lesquels il s'agit de trouver des débouchés rémunérateurs et solides. Un emploi extrêmement utile et avantageux serait de faire concourir ces capitaux à la construction d'habitations salubres et à bon marché. C'est ce qu'a compris l'institution d'assurance contre la vieillesse de la province de Hanovre ; elle s'est fait autoriser par la Diète provinciale à avancer au taux de 3 1/2 0/0 l'an, jusqu'à 2/3 de la valeur du terrain et des immeubles en vue de la construction d'habitations pour les ouvriers.

Au milieu de 1893, elle avait avancé déjà 658.000 marcs et contribué à la construction de 107 maisons.

Afin d'empêcher un mauvais emploi de l'argent et de garantir, notam-

Digitized by Google

ment, la construction de logements salubres, l'institution d'assurance hanovrienne se réserve un contrôle sur les plans l'administration de la Société.

L'exemple donné par le Hanovre a été suivi en Silésie, en Poméranie, dans le royaume de Saxe, dans le grand-duché de Bade, etc. Le taux d'intérêt varie entre 3 et 3 1/2 0/0.

Nous ne poursuivrons pas plus loin notre enquête et nous recommandons à l'attention la plus sérieuse et la plus bienveillante ce que nous avons dit du concours prêté par les organes de l'assurance obligatoire contre la vieillesse aux Sociétés d'épargne et de constructions ouvrières. Pour nous, qui avons des objections insurmontables contre l'intervention de l'État dans la prévoyance, et qui croyons qu'on ne contribue pas à l'apaisement social en imposant l'obligation de s'assurer contre la vieillesse, cet emploi des capitaux accumulés nous paraît cependant mériter qu'on le signale.

M. RAFFALOVICH

Correspondant de l'Institut, à Paris.

LA PRIME SUR L'OR ET LE COUP DE BOURSE DE 1869 A NEW-YORK

— Séance du 11 août 1894 —

Il y aura bientôt vingt-cinq ans depuis le fameux coup de Bourse sur l'or, tenté par Gould à New-York. C'était quatre ans après la fin de la guerre de Sécession, que les États du Nord avaient conduite avec une admirable énergie et dont ils avaient payé les frais, grâce à des emprunts et à l'émission de papier-monnaie.

Le cours forcé avait été introduit en 1862 ; les engagements seuls que les États-Unis laissaient subsister en or, c'était le paiement de la dette, de même qu'ils exigeaient l'acquittement des droits de douane en métal jaune.

L'or, chassé de la circulation intérieure, mais nécessaire pour régler en dernière analyse le solde des paiements internationaux, était devenu une simple marchandise et un objet de spéculation intense.

La prime avait atteint son maximum en juillet 1864, lorsqu'elle s'était

Digitized by Google

élevée à 285, c'est-à-dire que le dollar en papier ne valait plus que 36 cents.

Au mois de mai 1865, après le rétablissement de la paix, l'agio était redescendu à 130 et le billet d'État, coloré en vert, était remonté à 77 cents.

La guerre civile, avec les émissions gigantesques de papier déprécié, avec le gaspillage effréné d'argent et de crédit public, avait créé une atmosphère toute particulière, imprégnée d'un esprit de jeu et d'agiotage, comme il s'en rencontre toujours dans les époques troublées.

M. Adams, dans un tableau resté célèbre, montre l'étendue et la contagion du mal ; tout le monde, fermiers et boutiquiers, jouait et jouait à crédit, donnant à l'intermédiaire une couverture de quelques pour cent. Pendant longtemps, tant que la surabondance des signes monétaires faisait hausser les prix, on spécula avec bonheur ; puis, avec la fin de la guerre, survint la réaction inévitable, et le retour dans les voies normales ne se fit point sans des sacrifices. L'échafaudage de prospérité artificielle et apparente, élevé grâce à l'inflation, commença à chanceler. Durant la guerre les vicissitudes militaires, les batailles gagnées ou perdues avaient fourni un aliment aux joueurs pour parier sur les cours. Avec la paix, les événements politiques prirent moins de place ; il fallut faire entrer en ligne de compte davantage les faits économiques ou chercher d'autres débouchés, la spéculation se jeta alors sur les affaires de chemins de fer, sans négliger toutefois les opérations sur l'or qui continuaient tant qu'on ne pouvait revenir aux paiements en espèces.

Il s'était créé à New-York, pendant la guerre, un marché spécial pour les transactions en métal jaune. Après s'être réunis dans un café, les courtiers, les négociants et les joueurs louèrent une salle et constituèrent une association privée. Par suite de la suspicion avec laquelle on les considérait, car ils passaient pour les ennemis de l'État, les membres n'osèrent jamais s'adresser aux pouvoirs publics pour obtenir une charte ; mais, en 1869, ils comptaient 450 membres comprenant des banquiers, les courtiers et les négociants des principales villes des États-Unis.

La défaveur avec laquelle on considérait l'organisation de ce marché, dont les cours constataient officiellement, en quelque sorte, les fluctuations et la dépréciation journalière du papier-monnaie, fit même voter une loi déclarant illégales les transactions sur l'or ; mais, au bout de quinze jours, le remède, ayant été pire que le mal, il fallut abolir la loi.

L'organisation de cette Bourse de l'or était aussi parfaite que possible ; on y avait annexé une banque qui recevait en dépôt le métal précieux, qui émettait des certificats qu'on se passait de main en main ; il y avait des compensations ou liquidations journalières qui représentaient un chiffre de 300 à 350 millions de francs par jour. Tout le commerce

Digitized by Google

étranger des États-Unis se réglait d'après les cours de cette Bourse spéciale.

Une institution de cette nature devait, naturellement, tenter les spéculateurs aventureux, et il n'en manque pas aux États-Unis ; ils essayèrent, en effet, à diverses reprises, d'accaparer le métal disponible, mais ils échouèrent.

Le coup de Bourse le plus célèbre fut celui que Jay Gould et James Fisk entreprirent en 1869. Ces deux courtiers s'étaient rendus maîtres du chemin de fer de l'Érie, qu'ils avaient exploité de la manière la plus scandaleuse au détriment des actionnaires et des obligataires européens, mais qui leur donnait la disposition de capitaux considérables. Ils avaient pris comme associés dans le Conseil d'administration deux célébrités de Tammany Hall, l'association politique qui gouvernait l'État de New-York et grâce auxquelles ils avaient en main quelques-uns des juges supérieurs de l'État de New-York.

M. Gould conçut alors l'idée de faire monter le prix de l'or et d'obliger les vendeurs à découvert à accepter les conditions qu'il leur dicterait. Il forma un syndicat relativement puissant qui employa jusqu'à cinquante et soixante courtiers.

Le point capital réussit : c'était d'empêcher le gouvernement qui avait en caisse 80 millions de dollars en or, de vendre du métal et pour cela Gould se mit à cultiver la connaissance d'un beau-frère du général Grant, qui était, à cette époque, président des États-Unis. Ce beau-frère ménagea aux financiers l'occasion de voir le président. M. Gould expliqua à celui-ci l'avantage qu'il y aurait pour les agriculteurs américains de voir baisser le dollar au moment de la campagne d'exportation ; il se gardait bien de dire un mot de ses projets ni de ses spéculations, il voulait simplement faire germer dans la tête du général l'idée qu'il y aurait avantage à ne pas vendre l'or du gouvernement. En effet, le président écrivit au secrétaire du Trésor dans ce sens.

Gould et son complice, M. Fisk, cherchèrent alors à intéresser le beau-frère du président dans leur spéculation, dans l'idée qu'il influencerait le général Grant; ils réussirent à faire accepter 125.000 francs au beau-frère, mais ils échouèrent dans leurs vues ultérieures, bien qu'ils eussent l'audace de faire croire qu'ils avaient l'oreille du président et de ses ministres.

Le Syndicat commença à acheter de l'or vers la fin d'août dans le prix de 133. Il y avait alors environ 38 millions de dollars en or et certificats d'or sur le marché. Il acheta la totalité et, de plus, 80 millions à livrer, si bien que le 23 septembre il détenait 118 millions.

Pendant tout ce temps, ils avaient prêté de l'or, ce qui avait eu le double avantage de leur donner des ressources en papier-monnaie et de

Digitized by Google

créer une certaine dépendance parmi les emprunteurs qui, en cas de hausse, pouvaient craindre de subir des pertes le jour du remboursement. Vers le milieu du mois de septembre, ces grands achats commencèrent à exercer un effet perceptible sur les prix : l'or monte ; le 15 il est à 136, le 22 à 140 ; le cours semble tellement exagéré, que beaucoup de spéculateurs qui avaient emboîté le pas derrière le Syndicat, réalisent avec bénéfice et vendent davantage à découvert. Le 23, le Syndicat pousse le prix à 144 et le soir il tient une réunion pour voir comment on s'y prendrait pour étrangler le découvert.

On décida de faire acheter tout ce qui serait offert sur le marché, et pendant qu'on tiendrait le marché, d'appeler au remboursement le métal avancé. Comme personne ne pouvait obtenir de l'or ailleurs, le Syndicat espérait pouvoir se faire payer ce qu'il voudrait. Il réussit à vendre près de 50 millions entre 148 et 155 ; c'était moins qu'on avait espéré. On donne l'ordre aux courtiers de pousser le prix à 160 ; la terreur fut au comble. On pousse le prix jusqu'à 162 ; à ce prix un Écossais, M. Brown, qui était un courtier de change très estimé, vendit 1 million de dollars en or ; il en vendit encore 1 à 161, puis 5 à 160 ; c'était le coup de grâce donné à la tentative d'accaparement. En quelques instants le prix tombe à 135.

Dans l'enquête parlementaire qui eut lieu plus tard, M. Gould a avoué qu'il était vendeur depuis la veille et que, trompant ses associés, il avait acheté quelques petites quantités pour leur donner le change. Le jour de la débâcle le seul des associés qui acheta aveuglément, ce fut Fisk.

On n'a jamais su exactement ce qui avait amené la déroute : en partie, probablement, les ventes des associés eux-mêmes, puis celles de M. Brown, enfin la nouvelle que le Gouvernement intervenait sur le marché en offrant de l'or.

Le Président et le Secrétaire de la Trésorerie avaient reçu le conseil de M. Stewart, qui était le plus grand importateur de marchandises américaines, de laisser libre cours aux forces naturelles et de ne pas intervenir entre deux cliques de spéculateurs.

Après avoir été de cet avis, le Président et son Ministre en changèrent lorsqu'ils apprirent le cours de 162, et l'ordre fut transmis de Washington de vendre 4 millions de dollars. Ce fut la fin.

Pendant que le Syndicat perdait la bataille à la Bourse, Gould avait convoqué les gens qui lui devaient de l'or et il les menaçait de porter le prix à 200 ; il leur offrait de transiger et l'on dit que de ses victimes, au nombre de 250, le Syndicat extorqua 12 millions de dollars. Il avait espéré obtenir davantage, lorsque survint la nouvelle de la débâcle qui laissait sur le dos de Gould et de ses associés une énorme quantité d'or.

Si les opérations avaient été liquidées honnêtement, la revente eût

Digitized by Google

entraîné une perte de 20 millions, mais c'est alors que Gould tira profit de ses relations avec la magistrature. Il fit intervenir les juges pour interdire aux créanciers de présenter leurs réclamations ailleurs que devant le Tribunal présidé par ses amis ; il obtint même de faire fermer pendant quatre jours la Bourse de l'or, ce qui lui donna le temps de s'arranger à l'amiable, personne ne se souciant de comparaître en justice dans les conditions indiquées.

Pour compléter ce tableau, on se rappelle qu'après la débâcle Gould et Fisk s'enfuirent dans les bureaux de l'*Érie*, dont ils firent garder les portes par des hommes armés.

Si la monnaie des États-Unis avait été dans un état normal, une spéculation de cette nature n'aurait pu être tentée ; en outre, comme toujours, des circonstances imprévues ont fait échouer l'accaparement préparé avec un raffinement dont on a peu d'exemples.

M. Ad. GUILBAULT

Membre du Conseil d'administration de la Caisse d'épargne des Bouches-du-Rhône, à Marseille.

COUP D'ŒIL ÉCONOMIQUE SUR LA COMPTABILITÉ PUBLIQUE

— Séance du 11 août 1894 —

Les peuples ont d'autant plus besoin d'administration et d'ordre que leurs agglomérations sont plus nombreuses. Les anarchistes oublient volontiers cette loi capitale de l'économie politique. La comptabilité a une grande part dans l'administration, et sous ce rapport, nous trouvons que les sociétés privées suivent avec plus de méthode la comptabilisation de leurs affaires que les gouvernements. Cependant, aujourd'hui que par les emprunts, ils associent, financièrement parlant, les individus à leurs opérations, il y aurait lieu d'examiner ce qui se passe dans les livres de l'État. C'est à cet effet que nous avons jeté un coup d'œil sur la comptabilité publique.

Cette comptabilité, telle qu'elle existe en France, n'a que des rapports

Digitized by Google

éloignés avec celle du commerce et de l'industrie. Elle est tenue, il est vrai, sur le mode digraphiste, ou des parties doubles; mais cette manière d'écrire le mouvement des valeurs ne constitue pas seule la comptabilité. Si ses formules contiennent toujours les deux facteurs qui interviennent dans l'acte d'échange, il faut de plus qu'elle fasse connaître incessamment la situation des comptes des valeurs échangées et la place qu'ils occupent dans l'ensemble des opérations faites entre deux exercices : le précédent qui résume le passé et sert de base à l'exercice courant, et le présent sur lequel s'appuiera l'exercice futur.

Nous allons essayer de faire saisir ce que nous voulons dire à ce sujet en prenant pour type la comptabilité des grandes Compagnies de chemins de fer. La première chose dont elles s'occupent, c'est la formation de leur capital. Les actionnaires ont apporté leur argent, qui a été remis aux caisses et aux banquiers de l'entreprise, et un compte a été ouvert sur les livres, au titre de capital, pour l'importance de ces remises. Puis la Société s'est mise à l'œuvre pour construire la voie et les bâtiments d'exploitation, pour confectionner le matériel et réunir les approvisionnements. La comptabilité écrit tous ces mouvements et montre, en regard du capital d'apport, la dépense nécessitée pour la création des moyens d'action de l'association. Les gares sont installées et des agents sont chargés, dans chacune d'elles, de recevoir l'argent des voyageurs ou des négociants qui expédient ou reçoivent des marchandises, et de payer certaines dépenses spécialisées. Ces agents ont des livres destinés à enregistrer les mouvements de leur caisse, ceux des mutations et consommations de matériel et de magasin qui leur sont confiés. Ils doivent en adresser copie au siège de la Société où on résume les écritures, de façon à les relier avec celles de l'ensemble, dont elles ne peuvent s'abstraire, puisque c'est une partie du capital qui a été confiée à chacun des chefs de gare du réseau et dont un compte, ouvert dans la comptabilité synthétique de la Société, fait connaître l'importance. Les mouvements, dont l'historique est écrit sur les livres originaires des agents, viennent prendre place dans l'ensemble des opérations effectuées par l'entreprise. De toutes ces écritures résulte une plus-value du capital initial, c'est-à-dire un bénéfice, ou en cas contraire, une perte. La sanction de ces résultats se trouve dans la comparaison du capital initial de l'exercice avec le capital conséquent trouvé à la fin de l'exercice calculé sur des formules identiques, d'après la loi de la permanence de l'inventaire.

Que fait la comptabilité du chemin de fer pour suivre avec sécurité ses affaires? Elle relève les comptes de son grand livre sur des situations à périodes fixes, hebdomadaires ou mensuelles, que l'on nomme des balances, dont la justesse est prouvée par le rapprochement des chiffres du journal et du grand livre. Comme l'inscription de tous les mouve-

Digitized by Google

ments, au moment où ils se produisent sur les livres d'origine, soit qu'il s'agisse de valeurs argent, soit qu'il s'agisse de matières calculées à leur valeur de revient, on comprend que ces situations sont réelles et qu'elles peuvent renseigner constamment les administrateurs sur les affaires dont ils sont chargés, et par des moyens d'une grande simplicité. Des agents responsables à chaque centre de mouvement, avec des comptabilités originaires dressées sur des modèles uniformes, et résumées au centre de l'exploitation ; situations du grand livre synthétique remises chaque mois aux administrateurs : tel est l'ensemble de ces écritures où tous les comptes sont contingents et classifiés méthodiquement.

Comprendrait-on que la Compagnie du chemin de fer, une fois sa voie établie, son matériel construit, ses approvisionnements réunis, ne s'occupât plus que des mouvements de sa caisse ? qu'elle ne s'occupât des approvisionnements et des consommations de matières et de matériel que par des quantités traduites en valeur, non pas au moment de l'usage, mais seulement quand il s'agit de payer le fournisseur, sans souci des rapports des temps et du prix de revient des objets consommés ou utilisés ? Comment alors donner la preuve des résultats acquis si l'on ne peut comparer le capital initial et le capital de la fin de l'exercice ?

Eh bien ! c'est ce qui se passe dans notre comptabilité publique. Je suis loin de vouloir en dire du mal, parce que, telle qu'elle est constituée et malgré ses manières d'opérer, elle est tenue par un personnel d'élite. N'ayant pas, comme le chemin de fer, une comptabilité synthétique résumant tous les mouvements, elle a dû organiser une comptabilité pour chaque chose, afin de répondre à chaque besoin qui se produisait.

Comme la rentrée de l'impôt et les dépenses des services publics sont des besoins primordiaux, la comptabilité du Ministère des Finances a naturellement fonctionné la première, et on n'a qu'à lire le règlement de 1862 sur la matière pour reconnaître que cette partie ne laisse rien à désirer. La comptabilité des autres Ministères s'y relie naturellement, en ce qui touche les finances, par les lois budgétaires annuelles et les assignations des ordonnateurs ; mais, hors de là, aucune règle n'a été suivie pour écrire les mouvements de même nature. Les magasins qui renferment des objets achetés, fabriqués ou construits, ne sont tenus en écritures que pour des quantités que l'on ne traduit en valeur que dans certains cas et dans des périodes de temps éloignées qui ôtent aux écritures toute utilité pour le contrôle des opérations.

Un principe de cette comptabilité consiste à ne payer un fournisseur qu'après les longues formalités de l'ordonnancement de ce qui lui est dû ; il s'ensuit que l'objet est consommé longtemps avant d'être porté en compte, ce qui rend impossible toute corrélation dans les mouvements. Il s'ensuit que, sauf la comptabilité du Ministère des Finances, toutes les

Digitized by Google

autres ne sont plus reliées entre elles, comme celles du chemin de fer, au centre de son exploitation.

Dans les grandes sociétés politiques, le présent doit toujours reposer sur le passé et ce présent doit préparer l'avenir. Il en est ainsi des sociétés privées. Le chemin de fer a construit la voie et formé un matériel considérable : le tout lui a coûté la plus grande partie de son capital. Peut-il se désintéresser de ces dépenses et ne plus s'en occuper qu'à l'occasion des frais d'entretien et de service qu'elles nécessitent? Loin de là; il tient le plus grand compte de ces valeurs qu'il doit tenir en bon état et amortir soigneusement pour le bien de l'entreprise. Dans la comptabilité publique, tout se borne aux opérations annuelles du budget et l'on se regarde comme satisfait si les prévisions budgétaires se sont réalisées ou à peu près. Le pays, dit-on, n'a pas à se préoccuper du capital d'apport qui joue un si grand rôle dans les associations libres de commerce ou d'industrie.

Tous les mouvements financiers ou autres étant contenus, budgétairement parlant, dans un exercice annuel, comment sera-t-il possible, par exemple, de connaître le prix de revient d'un vaisseau, dont la construction doit durer cinq ou six années, autrement que par des tableaux, dressés à part, qui n'ont pas la sanction des écritures permanentes d'une comptabilité continue?

Ainsi, pas de rapports directs entre le présent et le passé. Des comptabilités annuelles non reliées entre elles dans un centre commun, but que ne peut atteindre que très imparfaitement la comptabilité publique actuelle, tenue près du Ministère des Finances, et qui ne repose pas sur l'inventaire d'un capital connu. Nous avons donc raison de dire qu'il n'y a pas de comptabilité publique dans le sens de celles des sociétés libres. Les documents qu'elle fournit à la Cour des Comptes sont des tableaux rédigés à loisir, plutôt que des situations de comptabilité, des renseignements statistiques indépendants, plutôt que des extraits de livres sur lesquels les faits sont écrits au jour le jour.

Pourquoi la comptabilité publique ne serait-elle pas tenue à la Cour des Comptes elle-même au moyen des condensations successives des écritures d'origine, et donnant une situation mensuelle exacte de l'ensemble des mouvements de valeurs, contrôlés l'une par l'autre, jouant constamment entre eux dans leurs comptes respectifs? Il ne resterait plus à la Cour qu'à juger, pièces en mains, les actes des comptables de l'État.

Le point de départ de la comptabilité publique, qui serait mieux nommée comptabilité d'État, nécessiterait un travail d'ordre préliminaire important : ce serait celui de l'évaluation des valeurs formant le capital de la nation à une date coïncidant avec un commencement d'exercice. Beaucoup regardent ce travail comme irréalisable, notamment ceux qui

Digitized by Google

devraient le faire. On a toujours oublié qu'il ne s'agit pas d'obtenir des chiffres absolument exacts, mais seulement des approximations pour obtenir un point de départ aux écritures de l'avenir, et prouvant leur exactitude par l'équation suivante : $X = A + B - C$.

A, inventaire au commencement de l'exercice;

B, budget prévu et réalisé;

C, inventaire à la fin de l'exercice;

X, dépense réelle de l'exercice.

De quoi s'agit-il, en effet? Simplement d'appliquer une valeur quelconque aux objets, qui ne varierait plus, dans l'avenir, que lorsque des changements réels et connus y seraient apportés, ce qui permettrait de connaître effectivement les variations du capital fixé une première fois conventionnellement. Qui oserait indiquer, par exemple, une valeur à donner à notre grand Musée du Louvre? Mais supposons une valeur arbitraire fixée pour ce trésor avec l'obligation d'écrire les augmentations, les changements qu'on peut y apporter, on aura un point de départ assuré de vérification pour l'avenir. Pourquoi ne ferait-on pas un règlement de la comptabilité, annexe de celui de 1862, qui se résoudrait à ceci :

Inventorier la fortune économique de la France par une estimation rationnelle, quand on ne pourrait pas l'obtenir exactement, de toutes les valeurs qui composent notre outillage social : Immobilières, mobilières, matières de magasin, espèces. Les valeurs immobilières une fois fixées, resteraient immuables, sauf augmentation par acquisition, construction ou autrement, ou par désaffectation, destruction ou aliénation. C'est, du reste, une loi, dans notre administration, pour qu'il en soit ainsi. Les valeurs mobilières, sujettes à usure, à réparations, remplacements, seraient soumises à une estimation annuelle sur des bases uniformes à fixer, elle est ordonnée dans le règlement de la comptabilité de 1862 pour certains cas; il faudrait la rendre générale.

Quand une opération, un grand travail est ordonné, un compte devrait être ouvert pour en faire connaître la dépense réelle. Ce compte serait ouvert au budget prévu pour le comparer aux réalisations effectuées.

Supposons que ce travail d'estimation plusieurs fois entrepris, mais une seule fois mené à fin, en 1836, et resté inutile, fût fait par les Ministères compétents, on aurait un point de départ pour de véritables écritures régulières et logiques, qui pourraient, comme au chemin de fer, indiquer toutes les péripéties du mouvement des valeurs que nécessite l'administration du pays et que les simples écritures budgétaires ne font connaître que d'une manière incomplète, puisqu'elles ne sont reliées, ni au passé par le capital antérieur, ni à l'avenir par le capital de la fin d'un exercice.

Qu'on ne croie pas que cette comptabilité d'État, tenue à la Cour des Comptes, ferait un double emploi avec les autres comptabilités? Elle com-

Digitized by Google

blerait simplement une lacune de notre organisme économique, en donnant des situations vraies et rapprochées du capital de notre civilisation.

Ce n'est point une utopie que nous exposons en quelques pages. Nous ne proposons aucun changement au règlement de 1862 qui a organisé les moyens à employer pour inscrire, en écritures d'origine, les achats, les consommations, les emplois des choses, mais qui n'a rien fait pour réunir, en une synthèse claire, tous les mouvements qu'elle analyse avec une sûreté parfaite. La Cour des Comptes, qui aurait sous la main cette comptabilité, y trouverait le grand avantage de suivre directement les rapports des agents, qu'elle est appelée à juger, avec le mouvement général des valeurs et avec ceux qui engagent leur responsabilité pécuniaire et morale.

M. le Dr BARTHÈS

Inspecteur départemental des Enfants assistés du Calvados, à Caen.

COMMENTAIRE DE LA LOI DU 15 JUILLET 1893. — ASSISTANCE MÉDICALE GRATUITE DANS LES CAMPAGNES

— Séance du 11 août 1894 —

PRÉFACE

Les questions d'assistance sont depuis cinq ans à l'ordre du jour du Parlement.

La loi du 24 juillet 1889 vise les enfants maltraités ou moralement abandonnés ; celle du 30 novembre 1892 codifie la pratique de la médecine, et la dernière en date, la loi du 15 juillet 1893, faisant l'objet du présent travail et instituant l'assistance médicale gratuite dans les campagnes, est considérée unanimement comme une excellente étape de la démocratie française, actuellement à la tête de tous les pays, dans la voie des études et des mesures relatives à l'assistance publique.

Le pain, le logement, les vêtements, les soins médicaux et les fournitures pharmaceutiques sont les facteurs les plus importants pour arrêter la misère et la maladie, ces funèbres moteurs de la dépopulation qui mine les sources vives de notre chère patrie. Il fallait donc tout d'abord

Digitized by Google

soustraire à la mort le plus grand nombre possible d'individus, et c'est le but suprême du bureau d'assistance.

Plus tard, les sociétés de prévoyance et de mutualité résoudront le problème si intéressant de l'organisation de la charité. Plus tard, les départements procéderont à la construction d'orphelinats agricoles, d'établissements de réformes, de refuges pour la vieillesse et les filles-mères. Tout cela sera fait, j'en ai l'intime conviction, car c'est nécessaire, indispensable même pour régénérer les enfants coupables ; pour donner aux filles-mères les moyens de mettre au monde des enfants sains et robustes ; pour aider le travailleur honnête et laborieux à traverser les temps difficiles ; pour assurer enfin aux invalides de la charrue, de l'outil et de l'enclume, le même sort qui est fait à l'invalide du sabre et du fusil.

Cet ensemble constitue une œuvre essentiellement civilisatrice, basée sur la science et la raison, digne, par conséquent, d'une démocratie vaillante, en un mot de la France, qui possède moralement et matériellement tous les éléments pour la réaliser.

L'avènement de la loi du 15 juillet 1893 est une date historique, qui fait bien augurer des réformes prochaines.

COMMENTAIRE DE LA LOI DU 15 JUILLET 1893

TITRE Ier

ORGANISATION DE L'ASSISTANCE MÉDICALE

ARTICLE PREMIER.

« Tout Français malade privé de ressources reçoit gratuitement de la commune, du département ou de l'État, suivant son domicile de secours, l'assistance médicale à domicile ou, s'il y a impossibilité de le soigner utilement à domicile, dans un établissement hospitalier. Les femmes en couches sont assimilées à des malades.

» Les étrangers malades privés de ressources seront assimilés aux Français toutes les fois que le gouvernement aura passé un traité réciproque avec leur nation d'origine. »

Le devoir pour les communes de secourir les malheureux indigents, blessés ou malades y ayant leur résidence, ou qui les traversent uniquement, ne date pas d'hier ; la loi du 24 vendémiaire an II, le consacre dans les articles 7 et 18, titre V, et celle du 7 août 1851, dans les titres I à V.

L'article premier dit notamment :

Lorsqu'un individu privé de ressources tombe malade dans une commune, aucune condition de domicile ne peut être exigée pour son admission à l'hôpital existant dans la commune.

Toutefois cette partie de la loi a donné lieu à bien des abus et augmenté dans une proportion énorme les charges hospitalières des villes où des magistrats municipaux, en vue d'éviter des dépenses à leurs communes, faisaient amener,

Digitized by Google

pour les abandonner ensuite dans une rue quelconque leurs malades et blessés.

Le présent article visant spécialement la commune résidence du malade met fin à ces obstacles.

ART. 2.

« La commune, le département ou l'État peuvent toujours exercer leur recours, s'il y a lieu, soit l'un contre l'autre, soit contre toutes personnes, sociétés ou corporations tenues à l'assistance médicale envers l'indigent malade et notamment contre les membres de la famille de l'assisté désignés par les articles 205, 206, 207 et 212 du Code civil. »

La commune est notamment intéressée à rentrer dans les frais qu'elle a déboursés si ceux-ci concernent des particuliers appartenant soit à des sociétés dont ils font partie et entre les mains desquelles ils versent périodiquement des cotisations, soit contre les familles responsables, soit enfin contre le département ou l'État ayant pris l'engagement préalable de payer une partie des dépenses.

Cette règle ne s'applique pas moins aux patrons d'étrangers qui dans une pensée de lucre, les ont attirés dans leur industrie, commerce ou chantier, au préjudice d'ouvriers français. Le fait d'employer des mercenaires n'implique-t-il pas pour le patron profitant de leurs travaux le devoir de les assister dans tous les cas de blessure ou de maladie contractées dans leur service? Toutefois, en vue d'éviter toute réclamation de la part de l'employeur, il est indispensable que l'État se hâte de passer un traité avec les puissances ayant des nationaux en France.

ART. 3.

« Toute commune est rattachée pour le traitement de ses malades à un ou plusieurs des hôpitaux les plus voisins.

» Dans le cas où il y a impossibilité de soigner utilement un malade à domicile le médecin délivre un certificat d'admission à l'hôpital.

» Ce certificat doit être consigné par le président du bureau de l'assistance ou son délégué.

» L'hôpital ne pourra réclamer à qui de droit le remboursement des frais de journée qu'autant qu'il représentera le certificat ci-dessus. »

La teneur de ce premier paragraphe vise l'obligation pour les hospices et hôpitaux de mettre à la disposition des communes les lits des malades autres que ceux qui ont déjà reçu une affectation. Sans doute, en général, ce sera sur un petit hôpital voisin que sera dirigé le malade ou le blessé, mais la loi exigeant que le petit hôpital soit rattaché à un plus grand, pour les cas graves, il est indispensable que le Conseil général procède, dès la première heure, audit rattachement.

Le fascicule 42 des délibérations du Conseil supérieur de l'assistance publique concernant la situation actuelle, les desiderata et les dépenses de l'assistance médicale gratuite, énonce au tableau 1, qu'il existe en France, le département de la Seine mis à part, 50.000 lits.

Le tableau présente l'état de répartition des lits entre la population urbaine et la population rurale. Les chiffres extrêmes sont : pour la première un lit pour 80 habitants dans les Côtes-du-Nord et un lit pour 783 habitants dans la Saône-

Digitized by Google

et-Loire; pour la seconde, un lit pour 418 habitants dans le Vaucluse et un lit pour 27.333 habitants dans la Corse.

En ce qui concerne le Calvados, où les habitants sont au nombre de 428.945, il existe deux hôpitaux et onze hôpitaux-hospices.

La population urbaine s'élevant dans ce dernier département à 100.333 habitants, dispose d'un lit pour 416 habitants et sa populalion rurale étant de 328.612 habitants, il en résulte qu'il n'y a qu'un lit pour 2.080 habitants.

Le tableau V montre la proportion des lits occupés soit en hiver, soit en été, dans la population urbaine et de l'autre dans la population rurale. On constate à la ville que l'hospitalisation diminue dès que les beaux jours arrivent; le contraire existe dans la campagne, sans doute parce que le travailleur des champs est exposé à moins d'accidents pendant la morte saison.

Le tableau VI démontre que le séjour à l'hôpital dépasse souvent en durée le traitement proprement dit.

Le tableau VII évalue le nombre de lits nécessaires à l'hospitalisation de tous les malades dans l'arrondissement qu'ils habitent, étant donné que les malades pauvres représentent les deux centièmes de la population totale, et que ceux ayant besoin de l'hôpital sont la dixième partie de ces deux centièmes.

Ces renseignements permettent aux Conseils municipaux d'évaluer approximativement les dépenses à intervenir.

Il est dit, en second lieu, que le certificat médical devra être contresigné par le président du bureau d'assistance, c'est-à-dire par le maire ou par son délégué.

L'hospitalisation ne devant être *qu'une mesure exceptionnelle*, le certificat médical mentionnera le motif qui ne permet pas le traitement à domicile: nature de la maladie, absence de toute aide pour soigner et quelquefois aussi l'insalubrité de l'habitation.

L'obligation pour l'économe de l'hôpital de joindre à sa demande en remboursement le certificat médical est de toute nécessité. Il est juste, en effet, que la responsabilité du président du bureau soit couverte par l'attestation du médecin.

Art. 4.

« Il est organisé dans chaque département, sous l'autorité du préfet et suivant les conditions déterminées par la présente loi, un service d'assistance médicale gratuite pour les malades privés de ressources.

» Le Conseil général délibère dans les conditions prévues par l'article 48 de la loi du 10 août 1871 :

» 1° Sur l'organisation du service de l'assistance médicale; la détermination et la création des hôpitaux, auxquels sont rattachés chaque commune ou syndicat de communes;

» 2° Sur la part de la dépense incombant aux communes et au département. »

Il faut, avant toute répartition du service médical entre les divers médecins d'un département, qu'un agent responsable soit installé à la tête du service sous l'autorité du préfet pour faire exécuter les délibérations du Conseil général. Celui qui est le plus à même de diriger le service d'assistance médicale, c'est assurément l'*inspecteur départemental des enfants assistés*, dont les tournées fréquentes lui fourniront l'occasion d'effectuer sur place des enquêtes d'autant plus impartiales qu'il n'a aucun intérêt à plaire à un client ou à un électeur.

Digitized by Google

Ensuite, que le système des circonscriptions médicales qui a donné d'excellents résultats dans la surveillance et l'assistance des enfants protégés et abandonnés soit institué. Sans doute le système Landais, qui laisse au malade le choix de son médecin est la véritable caractéristique d'une bonne démocratie et par cela même réunirait tous mes suffrages.

Malheureusement, il y a loin de la théorie à la pratique, surtout dans nos campagnes où la routine et la force d'inertie sont encore si redoutables. En outre, j'estime qu'il présenterait de très graves inconvénients au bon fonctionnement du service. Dans le Calvados, notamment, où sa grande étendue en prairies ne nécessite qu'un très petit nombre de bras, les agglomérations sont rares et par suite les médecins ne se fixent que dans les centres de quelque importance, tandis qu'au contraire l'expérience a consacré les excellents résultats du mode des circonscriptions médicales. Exemple: des dix départements qui ont appliqué, depuis quelques années, l'article 48 de la loi du 10 août 1871, huit: les Vosges, la Haute-Loire, la Manche, la Vienne, le Loiret, l'Indre-et-Loire, la Charente-Inférieure et la Loire-Inférieure, se sont rangés à ce mode; deux seulement, les Landes et Seine-et-Oise, appliquent le système Landais.

Quel sera maintenant le mode de rémunération du médecin? Celui-ci sera-t-il payé à la visite ou par abonnement?

C'est là une très grosse question, qui ne pourra être résolue que lorsqu'il se sera écoulé un certain laps de temps et quand l'assistance gratuite aura fonctionné depuis quelques années.

Je suis formellement partisan du *paiement à la visite*, qui seul fait de l'indigent malade un client comme un autre, en lui assurant l'égalité dans la société. Il sera cependant nécessaire d'apporter un tempérament à ce mode de paiement si l'on ne veut pas tomber dans les abus qui se sont produits au début de l'application de l'assistance médicale dans les quelques départements cités plus haut et que les commissions de revision des mémoires des médecins, et des factures des pharmaciens, ne purent réprimer qu'en réduisant de *près* de la *moitié* les sommes réclamées.

Il appartiendra au président du bureau d'assistance d'opposer une digue salutaire au flux des dépenses, dans le cas très probable où il deviendrait menaçant pour les finances.

Quant aux dépenses pharmaceutiques, il est non moins important que les médicaments, objets de pansement et appareils orthopédiques, soient fournis d'après un *tarif spécial* élaboré par le Conseil central d'hygiène publique de chaque département et que les pharmaciens soient, comme les médecins, nommés par les préfets.

Le président du bureau d'assistance remettra à chaque famille un carnet de feuilles de consultation. Le médecin visitera à domicile *sur la demande du président du bureau d'assistance*. Lors de chaque visite qu'il fera au domicile du malade, le médecin du service détachera une feuille du carnet des visites que lui présente la famille et portera sur la souche le nom du malade et la date de cette visite. Sur cette feuille il inscrira pareillement le nom du malade, la date de la visite et la nature de la maladie.

Lors des consultations qu'il donnera dans son cabinet il détachera une feuille de son carnet de consultations et la remplira d'une manière identique.

Dans les *trois jours de la première visite* et à la fin de chaque mois pour les suivantes, le médecin adressera ses feuilles de visites et de consultations au président du bureau d'assistance de chaque commune qui, lui en délivrera récépissé.

Digitized by Google

Les ordonnances des médecins seront produites à l'appui des mémoires des pharmaciens et des fournisseurs d'objets de pansement et d'appareils orthopédiques, et envoyées par eux chaque trimestre au président du bureau d'assistance. Elles devront porter, avec la date et le nom du malade, la mention : « SERVICE DE L'ASSISTANCE MÉDICALE ».

Chaque année, au mois de janvier, les présidents des bureaux d'assistance dresseront les états des sommes dues pendant l'année précédente aux médecins et aux sages-femmes du service nommés par le préfet et les enverront avec les bulletins de visite de consultations, d'accouchements, ainsi que les mémoires des pharmaciens et des orthopédistes accompagnés des ordonnances médicales à l'inspecteur départemental. Celui-ci, après les avoir classés par arrondissement et communes ou syndicats de communes les adressera à la préfecture (division de la comptabilité) qui à son tour les communiquera pour vérification et visa à une *Commission spéciale dite de revision* nommée par le préfet.

Enfin l'inspecteur départemental examinera et instruira toutes les questions pouvant faire l'objet des réclamations, tant des médecins, sages-femmes ou des pharmaciens du service, que des bureaux d'assistance. Il adressera au préfet sur chaque affaire son rapport motivé et à la fin de l'année un rapport général sur la marche du service. Ce rapport sera communiqué à la Commission de revision dont les avis ainsi que les propositions budgétaires devront être consignés au procès-verbal de la séance et soumis à la délibération de l'Assemblée départementale à sa session d'août.

Telle est, à *mon avis*, l'organisation du service d'assistance dont la simplicité mérite d'être suivie par tous les départements de moyenne importance.

Quant aux départements très populeux et possédant déjà un service similaire, ils n'auront qu'à le mettre en harmonie avec la présente loi.

En ce qui concerne la part des dépenses incombant aux communes et aux départements, les Conseils généraux pourront consulter avec fruit le fascicule 42 du Conseil supérieur de l'assistance publique mentionnant au tableau IX que la dépense totale sera de 7.075.515 francs, répartie de la manière suivante :

1° La dépense du secours à domicile est évaluée à 7 francs par tête, d'où, pour 704.052 secourus, 4.435.403 francs;

2° Celle de l'hospitalisation à 37 fr. 50 c., soit un prix moyen de 1 fr. 50 par jour pour vingt-cinq journées de traitement.

Le total figure audit tableau pour le Calvados :

	7.721 malades secourus	Fr.	54.047 »
et	838 hospitaliers		32.175 »
TOTAUX	8.579 malades et	Fr.	86 222 »

Sur cette somme :

les communes paieraient	Fr.	43.110 90
le département		34.488 20
et l'État		8.622 90
TOTAL ÉGAL	Fr.	86.222 »

Bien que fixée approximativement cette somme ne me parait pas éloignée de la vérité; mais il est prudent d'attendre de l'avenir seul l'évaluation exacte des dépenses du nouveau service.

Digitized by Google

ART. 5.

« A défaut de délibération du Conseil général sur les objets prévus à l'article 49 de la loi du 10 août 1871, il peut être pourvu à la réglementation du service par un décret rendu dans la forme des règlements d'administration publique. »

C'est le devoir le plus impérieux de l'État de surveiller l'exécution de la loi et dans le cas où il ne serait pris aucune délibération par l'Assemblée départementale, d'organiser lui-même d'*office* la réglementation des secours.

Le mot obligatoire de l'assistance serait sans cela lettre morte et par suite sans aucune sanction.

TITRE II

DOMICILE DE SECOURS.

ART. 6.

« Le domicile de secours s'acquiert :

» 1° Par *une résidence habituelle d'un an* dans une commune postérieurement à la majorité ou à l'émancipation ;

» 2° Par *la filiation*. L'enfant a le domicile de secours de son père. Si la mère a survécu au père ou si l'enfant est un enfant naturel reconnu par sa mère seulement, il a le domicile de sa mère. En cas de séparation de corps ou de divorce des époux, l'enfant légitime partage le domicile de l'époux à qui a été confié le soin de son éducation ;

» 3° Par *le mariage*. La femme, le jour de son mariage, acquiert le domicile de secours de son mari. Les veuves, les femmes divorcées ou séparées de corps conservent le domicile de secours antérieur à la dissolution du mariage ou au jugement de séparation.

» Pour *les cas non prévus* dans le présent article, le domicile de secours est le lieu de la naissance, jusqu'à la majorité ou à l'émancipation. »

La loi du 24 vendémiaire an II, qui régissait jusqu'à l'avènement de la présente loi la question du domicile de secours ne considérait de fait que *le lieu de naissance*, ce qui causait aux communes des frais quelquefois considérables pour l'entretien d'individus qui les avaient quittées depuis de nombreuses années et qui par cela même n'y avaient plus leurs intérêts et ne lui apportaient plus aucune somme de travail, ni même leur part d'impôt.

En modifiant à ce point de vue ces graves inconvénients, la loi du 15 juillet 1893 a sagement agi. Le texte clair et précis de l'acquisition du domicile de secours par une résidence habituelle d'un an, par la filiation et par le mariage, ne prêtera plus le flanc à ces longues et interminables réclamations survenues entre les divers départements, entre eux, entre ces derniers et l'État, et que celui-ci ne parvenait pas toujours à trancher au gré des demandeurs.

ART. 7.

« Le domicile de secours se perd :

» 1° Par une *absence ininterrompue d'une année* postérieurement à la majorité ou à l'émancipation.

Digitized by Google

» 2° Par *l'acquisition d'un autre domicile de secours.*

» Si l'absence est occasionnée par des circonstances excluant toute liberté de choix de séjour, ou par un traitement dans un établissement hospitalier situé en dehors du lieu habituel de résidence du malade, le délai d'un an ne commence à courir que du jour où ces circonstances n'existent plus. »

C'est la conséquence naturelle du précédent article. Il ressort en effet que s'il faut une année pour l'obtention du domicile de secours, le même laps d'absence suffit pour amener la perte du droit au domicile.

Il serait injuste d'autre part de ne pas tenir compte de la durée du traitement dans un hôpital ne se trouvant pas dans la région habitée par le malade, ce placement dans ledit établissement hospitalier étant indépendant de la volonté de l'intéressé.

ART. 8.

« A défaut de domicile de secours communal, l'assistance médicale incombe au département dans lequel le malade privé de ressources aura acquis son domicile de secours par une résidence habituelle d'un an.

» Quand le malade n'a ni domicile communal ni domicile de secours départemental, l'assistance médicale incombe à l'État. »

Jusqu'à ce jour n'étaient seules tenues à procurer l'assistance que les communes possédant un établissement hospitalier, conformément à la loi du 7 août 1851. Partout ailleurs, c'est-à-dire dans l'immense majorité des localités, c'était à la charité privée que devait s'adresser l'indigent malade et chacun sait que celle-ci n'est pas inépuisable.

A l'avenir, tout individu atteint par la maladie ou victime d'un accident sera immédiatement secouru sur quelque partie du territoire français qu'il se trouve. La commune d'abord, le département et l'État ensuite, chacun dans la mesure de ses moyens, seront obligés de donner leur concours.

ART. 9.

« Les enfants assistés ont leur domicile de secours dans le département au service duquel ils appartiennent jusqu'à ce qu'ils aient acquis un autre domicile de secours. »

Le domicile de secours des enfants assistés dépend, en règle générale, de celui de leurs parents et par suite du département que ces derniers habitaient depuis au moins six mois, lors de la naissance des enfants.

TITRE III

BUREAU ET LISTE D'ASSISTANCE.

ART. 10.

« Dans chaque commune un bureau d'assistance assure le service de l'assistance médicale.

» La Commission administrative du bureau d'assistance est formée par les Commissions administratives réunies de l'hospice et du bureau de bienfaisance, ou par cette dernière seulement quand il n'existe pas d'hospice dans la commune. A défaut d'hospice ou de bureau de bienfaisance, le bureau d'assistance est régi par la loi du 21 mai 1873 (articles de 1 à 5) modifiée par la loi du 5 août 1879

Digitized by Google

et possède, outre les attributions qui lui sont dévolues par la présente loi, tous les droits et les attributions qui appartiennent au bureau de bienfaisance. »

Il y a à considérer quatre cas.

Premier cas. — Il existe dans la commune un hôpital et un bureau de bienfaisance pourvus l'un et l'autre d'une commission administrative; c'est la réunion de ces deux Commissions qui gérera le bureau d'assistance médicale, n'ayant rien de commun avec l'hôpital et le bureau de bienfaisance.

Deuxième cas. — La commune possède seulement un bureau de bienfaisance; il appartiendra à la Commission administrative dudit bureau de s'occuper, en plus de ses attributions ordinaires, de l'assistance médicale à domicile et de l'hospitalisation des malades.

Troisième cas. — Il n'existe pas dans la commune de bureau de bienfaisance, mais un établissement hospitalier. Ce sera la commission administrative de cet établissement qui exercera tous les droits d'un bureau de bienfaisance ainsi que les attributions que lui confère la loi.

Quatrième cas. — La commune ne possède ni un hôpital ni un bureau de bienfaisance.

Il devra être pourvu à la nomination des membres du bureau d'assistance, conformément à la loi du 5 août 1879, c'est-à-dire que la nouvelle Commission administrative sera composée du maire et de six membres renouvelables.

Deux des membres sont élus par le Conseil municipal, les quatre autres par le préfet.

Dans l'intérêt du service, ces derniers devront être choisis de préférence parmi les personnes qui, par leurs études ou leur profession, s'adonnent à l'hygiène et à l'assistance.

Le bureau d'assistance médicale institué dans ces conditions jouit de tous les droits et attributions d'un bureau de bienfaisance.

Art. 11.

« Le président du bureau d'assistance a le droit d'accepter, à titre conservatoire, des dons et legs et de former avant l'autorisation toute demande en délivrance.

» Le décret du Président de la République ou l'arrêté du préfet qui interviennent ultérieurement ont effet du jour de cette acceptation.

» Le bureau d'assistance est représenté en justice et dans tous les actes de la vie civile par un de ses membres que ses collègues élisent à cet effet au commencement de chaque année.

» L'administration des fondations et legs qui ont été faits aux pauvres ou aux communes en vue d'assurer l'assistance médicale est dévolue au bureau d'assistance.

» Les bureaux d'assistance sont soumis aux règles qui régissent l'administration et la comptabilité des hospices en ce qu'elles n'ont rien de contraire à la présente loi. »

Bien des personnes charitables que des motifs d'éloignement, de manque de relations, etc., avaient empêchées souvent de laisser une partie de leur fortune aux pauvres, aux petits et aux faibles, auront dans l'institution du bureau d'assistance médicale une occasion de signaler leurs sentiments généreux.

Digitized by Google

Le bureau d'assistance une fois placé dans leur entourage, au lieu d'être obligé d'aller le chercher à la ville, quelquefois éloignée, les habitants riches de la commune ne tarderont pas à le doter d'une somme suffisante au soulagement des malades indigents.

En outre du rapprochement des bureaux d'assistance naîtra la rivalité entre les habitants des différentes communes d'un canton.

Ce sera là une source précieuse de dons, legs et d'autres moyens autorisés par la loi : fêtes de bienfaisance, quêtes, troncs, etc., etc. En un mot, chaque commune placera son amour-propre en ce que son bureau d'assistance soit plus prospère que celui de sa voisine.

ART. 12.

« La Commission administrative du bureau d'assistance, sur la convocation de son président, se réunit au moins quatre fois par an.

» Elle dresse un mois avant la première session du Conseil municipal la liste des personnes qui ayant dans la commune leur domicile de secours doivent être en cas de maladie admises à l'assistance médicale et elle procède à la revision de cette liste un mois avant chacune des trois autres sessions.

» Le médecin de l'assistance ou un délégué des médecins de l'assistance, le percepteur et un des répartiteurs désignés par le sous-préfet peuvent assister à la séance avec voix consultative. »

Étant donné que dans le service de l'assistance médicale le médecin est le seul qui paie de sa personne, il est souverainement juste de le comprendre dans la Commission chargée de la formation des listes d'indigents. Nul, en effet, mieux que le médecin ne peut connaître la situation réelle de l'indigent. Ne pénètre-t-il pas à chaque instant dans les chaumières les plus misérables, dans les logis les plus pauvres?

Le présent article énonce cependant « que le médecin de l'assistance ou un délégué des médecins de l'assistance gratuite peuvent assister à la séance avec voix consultative », mais il ne crée pas pour ce dernier le droit de faire partie de la Commission.

J'ajoute toutefois que sur la présentation par nos distingués confrères les docteurs Lourties et Cornil, sénateurs, d'un amendement tendant à remplacer l'expression : peuvent assister, par le mot : assistent le commissaire du gouvernement, M. H. Monod, directeur de l'Assistance et de l'Hygiène au Ministère de l'Intérieur, a répondu que, dans la pensée de l'Administration, il était bien entendu que les médecins auraient le droit d'assister aux séances où sera dressée la liste d'assistance.

ART. 13.

« La liste d'assistance médicale doit comprendre nominativement tous ceux qui seront admis aux secours, lors même qu'ils sont membres d'une même famille. »

L'avenir de la loi du 15 juillet 1893 dépend absolument du principe suivant :

Que nul ne puisse être inscrit sur les listes s'il n'est réellement indigent, c'est-à-dire dans l'impossibilité en cas de maladie de payer les honoraires médicaux et les fournitures pharmaceutiques et orthopédiques, et à ce sujet il est indispensable que la position de famille de chaque inscrit soit indiquée avec une exactitude rigoureuse.

Digitized by Google

On atteindra sûrement ce but en désignant nominativement le chef de la famille et s'il y a lieu nominativement aussi ceux des enfants qui seront appelés à participer avec lui au bénéfice du traitement médical gratuit.

Quant aux médicaments, on rejettera impitoyablement les spécialités, les eaux minérales et on ne délivrera que les seuls médicaments portés au tarif établi par les soins de l'Administration préfectorale et revisé tous les cinq ans.

Art. 14.

« La liste est arrêtée par le Conseil municipal qui délibère en comité secret; elle est déposée au secrétariat de la mairie. Le maire donne avis du dépôt par avis aux lieux accoutumés. »

Le bureau d'assistance est composé de personnes au courant des besoins des indigents, mais il ne peut s'arroger le droit d'engager les finances communales.

Celui-ci appartient aux seuls élus, c'est-à-dire aux conseillers municipaux, dont trois au moins, y compris le maire, faisant partie du bureau d'assistance, éclaireront leurs collègues du Conseil sur tout ce qui concerne le dit bureau.

Art. 15.

« Une copie de la liste et du procès-verbal constatant l'accomplissement des formalités prescrites par l'article précédent est en même temps transmise au sous-préfet de l'arrondissement.

» Si le préfet estime que les formalités prescrites par la loi n'ont pas été observées il défère les opérations dans les huit jours de la réception de la liste au Conseil de préfecture qui statue dans les huit jours et fixe s'il y a lieu le délai dans lequel les opérations annuelles seront refaites. »

Ces formalités sont exigées afin de permettre à l'Administration départementale de prendre connaissance le plus tôt possible des mesures arrêtées tant par le Conseil municipal que par le bureau d'assistance médicale, et afin que, dans le cas d'irrégularités, il soit procédé par le préfet dans le plus bref délai tant à l'aplanissement des difficultés survenues qu'à faire cesser les abus, le tout à la satisfaction du seul intéressé : l'indigent malade.

Art. 16.

« Pendant un délai de vingt jours à compter du dépôt, les réclamations en inscription ou en radiation peuvent être faites par tout habitant ou contribuable de la commune. »

Il est évident, en effet, que l'assistance étant spécialement réservée à l'habitant ayant sa résidence dans la commune, bien que l'obligation ne vise que l'assistance médicale et *n'entraîne par pour cela le droit à être assisté*, on ne pourrait pas ne pas accorder à celui qui déclarera être indigent le droit de réclamer son inscription sur les listes, à condition toutefois de *faire la preuve de sa misère*. Il peut même arriver qu'un travailleur se trouve momentanément dénué de ressources par suite de maladie ou de chômage. Peut-on lui refuser, en ce cas, son inscription ? Mais la pénurie n'étant qu'éventuelle, provisoire aussi devra être son inscription.

Digitized by Google

On devra tenir compte également du degré d'infortune et si l'on ne limitera pas l'assistance : ici aux soins médicaux, là, seulement à la délivrance des médicaments et appareils orthopédiques.

ART. 17.

« Il est statué souverainement sur ces réclamations, le maire entendu ou dûment appelé, par une Commission cantonale composée du sous-préfet de l'arrondissement, du conseiller général, d'un conseiller d'arrondissement dans l'ordre de nomination et du juge de paix du canton. Le sous-préfet, ou à son défaut le juge de paix, préside la Commission. »

Afin de donner toute facilité aux réclamants, avis sera affiché au lieu ordinaire des communications de la mairie, que les réclamations seront reçues au secrétariat de la mairie qui communiquera ultérieurement la décision de la Commission cantonale en réponse aux réclamations formulées.

ART. 18.

« Le président de la Commission donne, dans les huit jours, avis des décisions rendues au sous-préfet et au maire qui opèrent sur la liste les additions ou les retranchements prononcés. »

La Commission cantonale ayant modifié la liste conformément aux attributions qui lui sont conférées par la loi, sa décision communiquée ainsi qu'il est dit plus haut, sera suivie exactement et les modifications apportées devront être maintenues jusqu'à la fin de l'année.

ART. 19.

« En cas d'urgence dans l'intervalle des deux sessions, le bureau d'assistance peut admettre provisoirement dans les conditions de l'article 12 de la présente loi, un malade non inscrit sur la liste.

» En cas d'impossibilité de réunir à temps le bureau d'assistance, l'admission peut être prononcée par le maire, qui en rend compte en comité secret au Conseil municipal dans sa plus prochaine séance. »

Le président du bureau d'assistance, le maire ou son délégué, devra toujours, *même en cas d'urgence*, convoquer le médecin ou le délégué des médecins du service, chaque fois qu'il s'agira d'une admission provisoire.

Lorsque le maire ou le président par intérim jugera ne pouvoir réunir à temps utile le bureau pour lui soumettre une demande de secours, il y procédera lui-même, mais à la condition expresse d'en référer avec le Conseil municipal dans sa prochaine séance et en comité secret, et de porter immédiatement par lettre individuelle à la connaissance des membres du bureau le nom de l'indigent ainsi que les motifs de l'admission.

ART. 20.

« En cas d'accident ou de maladie aiguë, l'assistance médicale des personnes qui n'ont pas le domicile de secours dans la commune où s'est produit l'accident ou la maladie incombe à la commune dans les conditions prévues à l'article 21, s'il n'existe pas d'hôpital dans la commune.

Digitized by Google

» L'admission de ces malades à l'assistance médicale est prononcée par le maire qui avise immédiatement le préfet et en rend compte au Conseil municipal dans sa plus prochaine séance.

» Le préfet accuse réception de l'avis et prononce dans les dix jours sur l'admission aux secours de l'assistance. »

On ne verra donc plus dans notre pays des personnes, malades ou blessées, renvoyées d'une commune à une autre, pour le motif qu'on ne peut les soigner faute de ressources ou parce qu'elles n'y ont pas leur domicile. S'il existe dans la localité un hôpital, rien de plus simple, l'article premier de la loi du 7 août 1851 y pourvoit amplement; mais, en règle générale, l'hospitalisation ou l'envoi à l'hôpital le plus rapproché ne devra être que l'infime exception. Il y aura donc une grande économie pour la commune de tenir à la disposition des malades de cette catégorie un ou plusieurs lits suivant l'importance de la localité. Enfin, et c'est le point le plus important, dans l'intérêt de la santé publique, si le malade est atteint d'une maladie contagieuse, le bureau d'assistance ou son représentant direct emploiera tous ses efforts pour procéder immédiatement à l'isolement du malade et à la désinfection du logement. Ici encore la présence du médecin dans le bureau d'assistance trouve un argument irréfutable, car nul n'est plus à même que lui d'arrêter, par une prompte intervention, la contagion, dès le début.

Art. 21.

« Les frais avancés par la commune, sauf pour les dix premiers jours, sont remboursés par le département, d'après un état régulier dressé conformément au tarif fixé par le Conseil général.

» Le département qui a fourni l'assistance peut exercer son recours contre qui de droit; si l'assisté a son domicile de secours dans un autre département, le recours est exercé contre le département, sauf la faculté d'exercer à son tour son recours contre qui de droit. »

Les dix premiers jours de traitement étant à la charge de la commune, le maire devra en aviser dans le même délai le préfet, qui lui en accusera réception en lui signifiant sa décision au sujet de l'admission du malade.

Dans le cas de l'affirmative le département est engagé pour la suite du traitement, sauf à exercer son recours contre la commune du domicile ou contre l'État. Dans la négative, le maire président du bureau d'assistance médicale devra faire cesser immédiatement le secours accordé.

Art. 22.

« L'inscription sur la liste prévue à l'article 12 continue à valoir pendant un an en regard des tiers, à partir du jour où la personne inscrite a quitté la commune, sauf la faculté pour la commune de prouver que cette personne n'est plus en situation d'avoir besoin de l'assistance médicale gratuite. »

Il est, par conséquent, de toute nécessité que le président du bureau donne au préfet tous les renseignements concernant la situation de l'inscrit et qu'il s'empresse, dès que celle-ci s'est modifiée, d'en rendre compte également dans le plus bref délai.

Digitized by Google

ART. 23.

« Le préfet prononce l'admission aux secours de l'assistance médicale des malades privés de ressources et dépourvus d'un domicile de secours communal.

» Le préfet est tenu d'adresser au commencement de chaque mois, à la Commission départementale et au Ministre de l'Intérieur, suivant que l'assistance incombe au département ou à l'État, la liste nominative des malades ainsi admis pendant le mois précédent aux secours de l'assistance médicale. »

Les maires ont des occupations assez nombreuses pour qu'on ne les augmente pas encore par des enquêtes sur les indigents n'appartenant pas à la commune. C'est au préfet, qui possède tous les moyens nécessaires d'information, qu'il appartient de rechercher le domicile de secours.

D'où la conséquence, pour le préfet, de faire connaître mois par mois, à la Commission départementale ou au Ministère de l'Intérieur, l'admission des malades dont l'assistance incombe au département ou à l'État; toute omission de cette nature devant engager la responsabilité du département.

TITRE IV

SECOURS HOSPITALIERS

ART. 28.

« Le prix de journée des malades placés dans les hôpitaux aux frais des communes, du département ou de l'*État*, est réglé par arrêté du préfet sur la proposition des Commissions administratives de ces établissements et après avis du Conseil général du département, sans qu'on puisse imposer un prix de journée inférieur à la moyenne du prix de revient constaté pendant les cinq dernières années. »

En présence des intérêts différents du Conseil général et des Commissions administratives des hôpitaux il a paru au législateur qu'un *arbitre était absolument nécessaire*. Le préfet représentant le gouvernement et l'intérêt social est le meilleur arbitre puisqu'il est *tout à fait désintéressé*.

En outre, au moment où un organisme nouveau est créé, où il existe de l'incertitude et où les difficultés, et peut-être aussi les résistances ne vont pas tarder à paraître, c'est un droit pour le préfet de démontrer au nom de l'État, aux populations des villes et des campagnes, toute l'équité, toute la justice de la loi.

Sans doute, les Commissions administratives présenteront quelquefois des prix de journée élevés; sans doute les Conseils généraux refuseront de les leur accorder, malgré les propositions motivées et toutes les pièces à l'appui. Par qui devra être tranché le différend, sinon par la seule autorité qui ne peut être suspectée d'impartialité ni de faiblesse, en un mot par le préfet? D'ailleurs la législation en vigueur, article 3 de la loi du 7 août 1851, consacrée par l'expérience, a démontré que les parties en cause ont toujours consenti à être départagées par cette autorité.

ART. 25.

« Les droits résultant d'actes de fondations, des édits d'union ou de conventions particulières, sont et demeurent réservés.

Digitized by Google

« Il n'est pas dérogé à l'article premier de la loi du 7 août 1851. Tous les lits dont l'affectation ne résulte pas des deux paragraphes précédents ou qui ne sont pas reconnus nécessaires au service des vieillards ou incurables, des militaires, des enfants assistés et des maternités, seront affectées au service de l'assistance médicale. »

Le fait pour un village de posséder un ou plusieurs lits dans un hôpital de la localité ou dans un hôpital voisin est assez rare. Il n'existe généralement que pour la ville, et en ce cas seulement le président du bureau d'assistance n'enverra des malades du service d'assistance qu'après que les conditions fixées par l'acte de fondation seront remplies.

Il n'est porté, d'autre part, aucune dérogation à l'article premier de la loi du 7 août 1851, car si le malade ou le blessé appartient à une ville ou bourg, possédant un hôpital ou un hôpital-hospice, les frais du traitement dans cet établissement hospitalier ne devront jamais être portés au compte du service d'assistance médicale gratuite.

La Commission administrative devra veiller à l'égale répartition des lits, afin d'éviter tout encombrement ainsi que toute insuffisance de lits à certaines époques de l'année. Elle ne pourra point s'opposer à l'admission d'un malade gratuit, attendu que la présente loi exige qu'elle ait une réserve de lits nécessaires au traitement gratuit, moyennant le remboursement du prix de journée fixé par le préfet.

Le fascicule 42 du Conseil supérieur de l'Assistance publique, pages 3 à 8, démontre qu'en général, les hôpitaux existants suffisent.

Dans la grande majorité des départements, on a constaté qu'il existait des salles inoccupées; on n'aura donc qu'à y installer des lits. Quant aux rares départements où il y a disette, on adjoindra au corps principal, et sans grande dépense, un ou deux pavillons.

L'éventualité d'une épidémie est prévue par la circulaire ministérielle du 15 mai 1894, au moyen d'installations temporaires telles que tentes, baraques, etc. On évitera de cette manière les redoutables dangers de la contagion, surtout si l'on se munit d'étuves à désinfection, ainsi que l'exige la pratique de l'hygiène.

TITRE V

DÉPENSES, VOIES ET MOYENS

Art. 26.

« Les dépenses du service de l'assistance médicale se divisent en dépenses ordinaires et dépenses extraordinaires.

« Les dépenses ordinaires comprennent :

« 1° Les honoraires des médecins, chirurgiens et sages-femmes du service d'assistance à domicile;

« 2° Les médicaments et appareils;

« 3° Les frais de séjour des malades dans les hôpitaux;

« Ces dépenses sont obligatoires, elles sont supportées par les communes, le département et l'État, suivant les règles établies par les articles 27, 28 et 29.

« Les dépenses extraordinaires comprennent les frais d'agrandissement et de construction d'hôpitaux.

Digitized by Google

« L'État contribuera à ces dépenses par des subventions dans la limite des crédits votés.

« Chaque année, une somme sera inscrite au budget. »

Il ne saurait échapper à l'esprit de tout homme clairvoyant que la loi est intimement liée à l'application de la présente clause.

Il faut absolument des ressources et le législateur s'est préoccupé de les trouver sans augmenter les charges déjà si lourdes des petites communes en faisant appel aux personnes charitables, aux dons, legs, fondations, etc., et qui sont mentionnés à l'article 2. Il est à craindre, en effet, que les localités pauvres ne cherchent à éluder la loi et que celle-ci, par suite, n'aboutisse à un échec. La plupart d'entre elles ne possèdent pas de bureau de bienfaisance et par suite elles ne peuvent compter sur les ressources produites par le droit des pauvres sur les spectacles; les indigents étant le plus grand nombre dans les communes déshéritées, le produit des quêtes, des concessions dans les cimetières, sont inconnus.

ART. 27.

« Les communes dont les ressources ordinaires inscrites à leur budget seront insuffisantes pour couvrir les frais de ce service sont autorisées à voter des centimes additionnels aux quatre contributions directes, ou des taxes d'octroi pour le complément des ressources nécessaires.

« Les taxes d'octroi votées en vertu du paragraphe précédent seront soumises à l'approbation de l'autorité compétente, conformément aux dispositions de l'article 137 de la loi du 5 avril 1884.

« La part que les communes seront obligées de demander aux centimes additionnels ou aux taxes d'octroi ne pourra être moindre de 20 0/0, ni supérieure à 90 0/0 de la dépense à couvrir, conformément au tableau A ci-annexé.

La loi exige, il est vrai, que toute commune possède un bureau d'assistance, qui lui donnera par cela même tous les droits dévolus au bureau de bienfaisance; mais faut-il tout au moins créer des ressources pour le fonctionnement dudit bureau d'assistance.

Les trois catégories visées plus haut :

1° Recettes du bureau de bienfaisance;

2° Dons et legs;

3° Revenus ordinaires de la commune, n'existant pas dans une commune pauvre privée d'un bureau de bienfaisance, il y aura obligation pour celle-ci de recourir à l'impôt sous la forme de centimes additionnels.

Quant aux taxes d'octroi, j'estime que du moment qu'elles n'existent pas dans les petites communes, il y a lieu de les passer sous silence.

ART. 28.

« Les départements, outre les frais qui leur incombent de par les articles précédents, sont tenus d'accorder aux communes qui auront été obligées de recourir à des centimes additionnels ou à des taxes d'octroi, subventions d'autant plus fortes que leur centime sera plus faible, mais qui ne pourront dépasser 80 0/0 du produit de ces centimes additionnels ou taxes d'octroi conformément au tableau A précité.

» En cas d'insuffisance des ressources spéciales de l'assistance médicale et des

Digitized by Google

ressources ordinaires de leur budget, ils sont autorisés à voter des centimes additionnels aux quatre contributions directes dans la mesure nécessitée par la présente loi. »

Ce sera alors l'occasion de faire intervenir la solidarité nationale sous la forme de subventions du département et de l'État, d'autant plus élevées que les ressources de la commune seront modiques.

ART. 29.

« L'État concourt aux dépenses départementales de l'assistance médicale par des subventions aux départements dans une proportion qui variera de 10 à 70 0/0 du total de ces dépenses couvertes par des centimes additionnels et qui sera calculée en raison inverse de la valeur du centime départemental par kilomètre carré, conformément au tableau B ci-annexé.

» L'État est en outre chargé :

» 1° Des dépenses occasionnées par le traitement des malades n'ayant aucun domicile de secours ;

2° Des frais d'administration relatifs à l'exécution de la présente loi. »

L'évaluation des dépenses ordinaires, c'est-à-dire obligatoires nécessitées par le nouveau service ne pourra l'être exactement que dans quelques années seulement.

Toutefois, en vue d'éviter les mécontentements des contribuables, il faudra dès le début ne procéder qu'au strict nécessaire de dépenses et de les répartir équitablement.

Une sage économie pourra seule faire accepter la loi, l'implanter dans nos mœurs et développer progressivement ses bons effets. *Le Bureau d'assistance, l'Inspecteur départemental* et *la Commission de revision* s'efforceront de réaliser cette œuvre si désirable. Le premier, en procédant au dépouillement des livrets de famille, en dressant les états d'honoraires dus aux médecins et aux sages-femmes, en classant les factures des pharmaciens, s'assurera qu'il n'y a eu aucun abus ni dépense inutile.

Le deuxième tiendra énergiquement la main à l'exécution de la loi et il veillera constamment à assurer l'harmonie entre les divers collaborateurs du service.

L'action du troisième facteur ne sera pas moins importante, car non seulement la Commission de revision devra s'opposer à ce que le crédit ne soit pas dépassé dans une trop grande mesure, mais qu'il ne soit affecté qu'aux seuls indigents et nécessiteux.

Pour la première fois, il est fait mention dans une loi du rôle de la sage-femme et j'estime que c'est de toute justice. Les nouveaux programmes ont en effet relevé son niveau moral et intellectuel au point d'en faire l'égale du médecin dans la pratique des accouchements. Bien plus, cette collaboration est d'un excellent augure pour le relèvement de la vitalité des pauvres petits indigents dont le taux de la mortalité est si grand de nos jours.

Des liens s'établiront entre les mères et les sages-femmes et de ces relations naîtra assurément un souci plus grand des règles hygiéniques.

Afin de rendre le traitement à domicile moins onéreux et d'éviter dans une large mesure l'entrée à l'hôpital, je suis d'avis qu'il importe d'instituer dans tout centre important et dans toute agglomération moyenne d'habitants *des*

Digitized by Google

dispensaires où, au jour fixé par un règlement spécial, les médecins du service donneront des consultations et feront les pansements et petites opérations.

Le traitement à domicile devant être la règle et *l'établissement privé* se rapprochant le plus du dispensaire et de la maison familiale, les instructions ministérielles ne s'opposent nullement à ce que les malades soient soignés dans un établissement de ce genre, pourvu que celui-ci accepte le prix de journée attribué à l'hôpital communal. Les consultations par le médecin du service en dehors de son cabinet pourront être données au jour fixé par lui aux mairies de sa circonscription dans une salle de la mairie de la commune la plus centrale. Dans cette salle seront déposés dans une armoire spéciale les médicaments et instruments de première nécessité. En ce qui concerne les dépenses extraordinaires, frais de construction des hôpitaux, agrandissement des salles, adjonction de pavillons qui *ne sont pas obligatoires*, elles seront supportées : 1° par l'Etat qui s'est engagé à inscrire chaque année une somme à cet effet à son budget; 2° par les départements lorsque les constructions seront décidées par le Conseil général en vertu de l'article 4 de la loi.

La commune n'est pas visée, mais il est clair que l'Assemblée départementale subordonnera toujours son adhésion à la création d'un établissement hospitalier sur le territoire d'une commune, à la contribution préalable de celle-ci.

La même règle sera appliquée également par le département à tout hôpital ou hospice qui sollicitera son concours en vue d'un agrandissement ou une bâtisse nouvelle.

En fait, il est à craindre que la participation de l'État soit trop modique pour engager les municipalités à construire des hôpitaux.

Il est donc de leur intérêt d'aller lentement dans la voie des constructions et de se contenter de faire les améliorations les plus indispensables à la bonne exécution du service. Par exemple, de placer dans les familles moyennant un prix peu élevé et à la campagne dans le cas où ils n'auraient plus de famille, les vieillards et tous ceux atteints de maladies chroniques, au moyen d'une pension journalière variant de 0 fr. 75 à 1 fr., comme il est fait pour les enfants assistés.

D'ailleurs, la loi du 7 août 1851 les y autorise.

TITRE VI

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Art. 30.

« Les communes, les départements, les bureaux de bienfaisance et les établissements hospitaliers possédant, en vertu d'actes de fondations, des biens dont le revenu a été affecté par le fondateur à l'assistance médicale des indigents à domicile sont tenus de contribuer aux dépenses du service de l'assistance médicale jusqu'à concurrence dudit revenu, sauf ce qui a été dit à l'article 25. »

Les ressources d'un département, d'une commune, si grandes qu'elles soient, seront toujours inférieures aux besoins des indigents de plus en plus nombreux, et à l'apaisement des infortunes imméritées.

La charité privée, mieux éclairée par les progrès incessants accomplis par les nations civilisées, à la tête desquelles marche la France dans le domaine de

Digitized by Google

l'assistance basée sur la raison et la science, augmente chaque jour et le moment viendra certainement où ses revenus prendront une très grande importance.

Le présent article n'a pas d'autre but que de les réglementer dès maintenant.

ART. 31.

« Tous les recouvrements relatifs au service de l'assistance médicale s'effectuent comme en matière de contributions directes.

» Toutes les recettes du bureau d'assistance pour lesquelles les lois et les règlements n'ont pas prévu un mode spécial de recouvrements s'effectuent sur les états dressés par le président.

» Ces états sont exécutoires après qu'ils ont été visés par le préfet ou le sous-préfet.

» Les oppositions, lorsque la matière est de la compétence des tribunaux ordinaires, sont jugées comme affaires sommaires, et le bureau peut y défendre sans autorisation du Conseil de préfecture. »

Le décret du 12 juillet 1893 réglementant la comptabilité départementale exige que toutes les recettes votées en vue d'assurer un service départemental soient versées dans la caisse du trésorier-payeur général. D'où l'obligation pour le Conseil général de voter la part contributive du département ainsi que celles des communes et de l'État. Elles seront centralisées à la recette générale pour être payées par celle-ci aux créanciers sur mandat du préfet, *seul ordonnateur départemental.*

Les débiteurs devront s'acquitter sur la présentation des pièces signées par le président du bureau et visées par le préfet, entre les mains du trésorier général, *seul payeur départemental.*

Bien qu'il ne soit pas fait mention de la compétence des juges de paix il va de soi qu'elle sera toujours invoquée selon les lois en vigueur.

ART. 32.

« Les certificats, significations, jugements, contrats, quittances et autres actes faits en vertu de la présente loi et exclusivement relatifs au service de l'assistance médicale sont dispensés du timbre et enregistrés gratis, lorsqu'il y a lieu à la formalité de l'enregistrement, sans préjudice du bénéfice de la loi du 22 janvier 1851 sur l'assistance judiciaire. »

La dispense du timbre et la gratuité de l'enregistrement de toutes pièces comptables et judiciaires sont la conséquence obligée de la loi de l'assistance gratuite.

C'est aussi un léger correctif à la modicité de l'apport par l'État, puisqu'en définitive ces divers produits ne rentrent pas dans ses caisses.

ART. 33.

« Toutes les contestations relatives à l'exécution soi de a délibération du Conseil général prise en vertu de l'article 4, soit du décret rendu en vertu de l'article 5, ainsi que les réclamations des Commissions administratives relatives à l'exécution de l'arrêté préfectoral prévus à l'article 24 sont portées devant le

Digitized by Google

Conseil de préfecture du département du requérant en cas d'appel devant le Conseil d'État.

» Les pourvois devant le Conseil d'État, dans les cas prévus au paragraphe précédent, sont dispensés de l'intervention de l'avocat. »

Il s'agit, en effet, de résoudre le plus promptement possible les difficultés soulevées contre l'exécution d'une loi dont le but est le soulagement de la misère et de la maladie. Le Conseil de préfecture, par ses attributions administratives, est mieux placé pour satisfaire les intéressés qu'un organe judiciaire proprement dit; il était donc naturellement indiqué en cette circonstance.

La dispense de l'intervention de l'avocat découle directement de l'article 32, visant la gratuité de la procédure.

ART. 34.

« Les médecins du service de l'assistance médicale gratuite ne pourront être considérés comme inéligibles au Conseil général ou au Conseil de l'arrondissement à raison de leur rétribution sur le budget départemental. »

Les médecins représentant le rouage indispensable de l'assistance gratuite, leurs fonctions dans le service ne peuvent être pour eux une cause d'inéligibilité aux Assemblées départementales et des arrondissements.

ART. 35.

« Les communes ou syndicats de communes qui justifient remplir, d'une manière complète, leur devoir d'assistance envers leurs malades peuvent être autorisés par une décision spéciale du ministre de l'Intérieur rendue après avis du Conseil supérieur de l'assistance publique à avoir une organisation spéciale. »

Les cas de ce genre seront très rares. Il n'y aura guère que trois ou quatre grandes villes possédant, comme Lyon, de grands revenus qui feront exception à la règle; les autres communes ou syndicats de communes n'ayant que des ressources modiques, ne voudront pas bénévolement se priver des allocations du département et des subventions de l'État, qui diminueront par cela même les charges de plus en plus onéreuses provenant de l'assistance publique.

ART. 36.

« Sont abrogées les dispositions du décret de la loi du 24 vendémiaire au II en ce qu'elles ont de contraire à la présente loi.

» La présente loi délibérée et adoptée par le Sénat et la Chambre des députés sera exécutée comme loi d'État.

» Fait à Paris le 15 juillet 1893.

» CARNOT. »

Par le Président de la République :

Le président du Conseil, ministre de l'Intérieur,
CH. DUPUY.

Le garde des Sceaux, ministre de la Justice,
E. GUÉRIN.

Le ministre des Finances,
E.

Digitized by Google

TABLEAU A

Servant à déterminer la part des dépenses à couvrir par les communes au moyen des ressources extraordinaires (centimes additionnels et taxes d'octroi) et le montant de la subvention qui doit leur être allouée pour l'assistance médicale gratuite, eu égard à la valeur du centime additionnel.

VALEUR DU CENTIME	PORTION DE LA DÉPENSE A COUVRIR	
	par les communes au moyen des ressources extraordinaires	par le département au moyen de ses subventions et de celles de l'Etat.
Au-dessous de 20 francs	20 0/0	80 0/0
De 20f,01 à 40 —	25 —	75 —
De 40f,01 à 60 —	30 —	70 —
De 60f,01 à 80 —	35 —	65 —
De 80f,01 à 100 —	40 —	60 —
De 100f,01 à 200 —	50 —	50 —
De 200f,01 à 300 —	60 —	40 —
De 300f,01 à 600 —	70 —	30 —
De 600f,01 à 900 —	80 —	20 —
De 900f,01 et au-dessus.	90 —	10 —

TABLEAU B

Servant à déterminer le montant de la subvention qui doit être allouée par l'État aux départements pour leur part dans les frais de l'assistance médicale, eu égard à la valeur du centime départemental par kilomètre carré.

VALEUR DU CENTIME PAR KILOMÈTRE CARRÉ	COEFFICIENT DE SUBVENTION DE L'ÉTAT	DÉPENSE A COUVRIR PAR LE DÉPARTEMENT
Au-dessous de 2 francs	70 0/0	30 0/0
De 2f,01 à 2f,50	65 —	35 —
De 2f,51 à 3 francs.	60 —	40 —
De 3f,01 à 3f,50	55 —	45 —
De 3f,51 à 4 francs.	50 —	50 —
De 4f,01 à 4f,75	45 —	55 —
De 4f,76 à 6 francs.	40 —	60 —
De 6f,01 à 9 —	30 —	70 —
De 9f,01 à 15 —	20 —	80 —
Au-dessus de 15 francs	10 —	90 —

Digitized by Google

De l'examen attentif des deux tableaux ci-dessus, il ressort :

1° Que, pour les départements les plus pauvres, la subvention de l'État est égale à la dépense couverte par l'impôt, c'est-à-dire de 50 0/0 et que la proportion va en s'abaissant jusqu'à 5 0/0.

C'est la proportion que paie l'État aux départements pour la construction de la grande et de la moyenne vicinalité ;

2° Que la détermination de la part de l'État dans les frais de l'assistance médicale est précise et calculée suivant des principes fixes et invariables, comme cela se pratique pour le service des enfants assistés et moralement abandonnés ;

3° Que la subvention des départements aux communes varie de 10 à 90 0/0, suivant leurs besoins ; c'est la plus belle réalisation, jusqu'à ce jour, de la solidarité intercommunale ;

4° Que l'appréciation de la richesse est en quelque sorte mathématique, puisqu'elle est basée sur la valeur du centime départemental par kilomètre carré.

L'État a toujours recours à ce principe toutes les fois qu'il s'agit de subventionner les départements et les communes pour la construction de leurs chemins vicinaux.

Le coefficient de subvention va également en diminuant de 5 0/0.

M. V. TURQUAN

Chef du Bureau de la Statistique générale de la France au Ministère du Commerce, à Paris.

DE LA DURÉE DE LA GÉNÉRATION VIRILE ET FÉMININE

— Séance du 11 août 1894 —

L'évaluation de la fortune de la France, tentée par plusieurs savants économistes, dans un but essentiellement fiscal, c'est-à-dire en vue de se rendre compte des charges que pourraient, le cas échéant, supporter les capitaux, ou les revenus, ne peut avoir de base plus certaine que la combinaison des valeurs successorales fournies par les comptes de l'Administration de l'Enregistrement, avec la durée moyenne de la génération humaine, ou pour mieux dire avec l'espace de temps qui s'écoule entre la mort d'un héritier et celle de son *de cujus*.

Cet intervalle entre deux transmissions successorales consécutives a été calculé de la manière suivante, en 1882, par un éminent statisticien,

Digitized by Google

M. de Foville, alors chef du Bureau de statistique et de législation comparée au Ministère des Finances (1).

Il s'écoule en France quarante-cinq ans en moyenne entre deux *mutations entre vifs* du même immeuble. D'autre part, l'intervalle moyen de deux *mutations entre vifs ou par décès* avait été fixé à vingt ans, lors de l'élaboration de la loi qui a créé en 1849 la taxe des biens de mainmorte. Ceci posé, si l'intervalle moyen de deux transmissions entre vifs ou par décès est de vingt ans, et si l'intervalle moyen de deux transmissions entre vifs est de quarante-cinq ans, il en résulte nécessairement que l'intervalle moyen de deux transmissions par décès est de trente-six ans ; car, en neuf cents ans, on aurait quarante-cinq mutations, dont vingt entre vifs, et par suite vingt-cinq par décès. Or, vingt-cinq mutations par décès en neuf siècles donnent un intervalle moyen de trente-six ans. Cette évaluation, faite par M. de Foville d'après d'anciennes enquêtes d'ordre purement financier, s'est trouvée confirmée par les calculs de deux savants allemands, MM. Rümelin et Gœhlert; M. Rümelin, pour mesurer la durée des générations.

La recherche de l'expression de la fortune de la France conduit donc à celle de la durée de la génération; néanmoins il convient de remarquer que cette durée de la génération, qui n'est autre chose que l'*âge moyen des parents à la naissance d'un quelconque de leurs enfants*, peut différer de l'intervalle de deux *transmissions successorales*. En effet, d'une part, bien des personnes meurent sans postérité, et d'autre part, un certain nombre d'héritiers se trouvent être plus âgés que leurs *de cujus*, pendant que d'autres succèdent directement à leurs grands-parents.

Ce sont ces différentes considérations qui m'ont conduit à rechercher, par la méthode directe, quelle était la véritable durée actuelle de la génération en France; à cet effet, l'âge du père, ainsi que celui de la mère, a été soigneusement relevé à chaque naissance, sur les actes de l'état civil, à partir de l'année 1892, sur les instructions de l'Office du travail, et c'est le résultat de la mise en œuvre des 860.000 observations relevées dans le cours de l'année 1892, que j'aurai l'honneur de vous exposer dans la présente communication.

I

HISTORIQUE

Mais auparavant il convient d'examiner ce que l'on connaissait jusqu'ici de la durée de la génération.

Les anciens savaient très bien ce qu'est une génération virile, et en avaient fixé la valeur avec une précision qui étonne aujourd'hui, étant donnés les moyens imparfaits d'investigation dont ils disposaient.

(1) *Journal de la Société de Statistique*, année 1882, page 43.

Digitized by Google

Cinq siècles avant notre ère, Hérodote écrivait ce qui suit : « L'histoire de l'Égypte, depuis le règne de Ménès jusqu'aux prêtres de Vulcain, comprend 341 générations; or, 300 générations font 10.000 ans, *en comptant cent ans pour trois générations;* ajoutant ensuite à cette somme les 41 générations en surplus, soit 1.240 ans, l'on trouve 11.240 ans dans l'intervalle de temps ci-dessus désigné. » Ainsi, à raison de trois générations par siècle, la durée d'une génération, d'après Hérodote, était de 33 ans 4 mois.

Un écrivain latin du IIIe siècle de notre ère, Censorinus, définissait ainsi, d'après un auteur beaucoup plus ancien, la durée d'une génération : *Orbis ætatis dum natura ab sementi ad sementem revertitur*, c'est-à-dire l'intervalle de temps qui s'écoule entre deux semailles humaines, considérées, bien entendu, dans la même lignée.

Si l'on abandonne le langage figuré des anciens, qui est très expressif et très clair, cela revient à dire que la durée d'une génération équivaut à l'âge moyen de la procréation.

Dans une période plus récente, si l'on recherche quelle est la durée des générations dans la série des rois de la monarchie française, on arrive à très peu près au même chiffre que les anciens :

De la naissance de Hugues Capet, en 941, à celle du dernier dauphin de la race des Bourbons, en 1785, il y a 33 règnes, correspondant à 26 générations directes et 7 transmissions collatérales. En écartant les transmissions collatérales, on retrouve, pour la durée d'une génération royale, 32 ans 5 mois. Cette proportion est aujourd'hui classique.

Voyons maintenant quels sont les résultats de l'enquête prescrite il y a deux ans par l'Office du travail, et quelles constatations on peut en tirer.

Les 860.000 naissances de 1892 ont été classées : 1° par sexe, et 2°, dans chaque sexe, par légitimes et naturelles. Dans la première de ces catégories (naissances légitimes), elles ont été classées à la fois d'après l'âge du père et d'après l'âge de la mère. Pour la seconde catégorie (naissances naturelles), elles ont été classées d'après l'âge de la mère.

Enfin, les accouchements ayant produit des mort-nés ou des enfants morts avant la déclaration de naissance ont été classés, de même que les accouchements gémellaires, d'après l'âge de la mère.

Il sera donc possible, à l'aide des données de cette statistique, de mesurer la fécondité respective de chacun des deux sexes à tel ou tel âge, la proportion de la masculinité d'après l'âge des parents et d'après leur différence d'âge, la fécondité naturelle, la proportion des mort-nés et la fréquence des naissances gémellaires suivant l'âge des mères.

Enfin, et c'est là le principal objectif des calculs que j'ai résumés dans cette communication, il sera possible de connaître la durée actuelle de la génération virile, c'est-à-dire l'âge moyen de l'homme à la naissance d'un quelconque de ses enfants, la durée de la génération féminine, c'est-à dire

Digitized by Google

l'âge moyen de la femme légitime à la naissance de l'un quelconque de ses enfants, et enfin la durée de la génération naturelle (âge de la fille-mère à la naissance d'un enfant illégitime).

Le sujet se trouvera donc divisé de la manière suivante :

I. — Fécondité de l'homme et de la femme d'après l'âge.

II. — Prédominance de l'un des deux sexes parmi les naissances d'après l'âge du père ou de la mère.

III. — Durée moyenne de la génération, donnée à laquelle peut se rattacher utilement la suivante et Génération illégitime, âge moyen des filles à la naissance d'un enfant naturel.

I

Voici tout d'abord la série des tableaux de chiffres auxquels le travail a abouti (1) :

FÉCONDITÉ DE L'HOMME EN FONCTION DE L'AGE DE LA MÈRE

Age de la femme : moins de 15 ans.

Age de l'homme.	NOMBRE d'hommes mariés. Nombre d'hommes.	Nombre des nais-sances.	Propor-tion 0/00
18 à 19	2.651	24	9,05
20 à 24	148.205	111	0,75
25 à 29	714.278	180	0,25
30 à 34	964.103	138	0,14
35 à 39	993.452	82	0,08
40 à 44	947.099	50	0,05
45 à 49	917.302	33	0,036
50 et au-dess.	2.950.424	19	0,006
TOTAL	7.640.305	641	0,084

Age de la femme : 15 à 19 ans.

Age de l'homme.	NOMBRE d'hommes mariés. Nombre d'hommes.	Nombre des nais-sances.	Propor-tion 0/00
18 à 19	2.651	957	362,0
20 à 24	148.205	7.965	53,6
25 à 29	714.278	16.381	22,95
30 à 34	964.103	4.521	4,69
35 à 39	993.452	1.026	1,03
40 à 44	947.099	321	0,34
45 à 49	917.302	92	0,10
50 et au-dess.	2.950.424	57	0,02
TOTAL	7.640.305	31.350	4,11

Age de la mère : 25 à 29 ans.

Age de l'homme.	NOMBRE d'hommes mariés. Nombre d'hommes.	Nombre des nais-sances.	Propor-tion 0/00
18 à 19	2.651	715	269,50
20 à 24	148.205	8.717	58,90
25 à 29	714.278	79.770	11,02
30 à 34	964.103	90.289	93,50
35 à 39	993.452	39.362	39,50
40 à 44	947.099	10.313	10,90
45 à 49	917.302	2.799	3,05
50 et au-dess.	2.950.424	1.252	0,424
TOTAL	7.640.305	235.176	30,65

Age de la mère : 30 à 34 ans.

Age du père.	NOMBRE d'hommes mariés. Nombre d'hommes.	Nombre de nais-sances.	Propor-tion p. 0/00.
18 à 19	2.651	335	126,50
20 à 24	148.205	2.164	14,60
25 à 29	714.278	17.821	25,00
30 à 34	964.103	60.147	62,40
35 à 39	993.452	56.797	57,00
40 à 44	947.099	27.157	28,60
45 à 49	917.302	7.675	8,35
50 et au-des.	2.950.424	2.983	1,01
TOTAL.	7.640.305	175.238	23,00

(1) Les totaux qui figurent dans la série de tableaux ci-après ne représentent pas les résultats des additions des chiffres qui y figurent, parce que nous avons supprimé les nombres relatifs aux âges inconnus.

Digitized by Google

Age de la mère : 20 à 24 ans.

NOMBRE d'hommes mariés. Age de l'homme.	Nombre d'hommes.	Nombre des naissances.	Proportion 0/00
18 à 19	2.651	1.058	398,00
20 à 24	148.205	24.827	167,70
25 à 29	714.278	91.357	127,90
30 à 34	964.103	46.341	48,00
35 à 39	993.452	11.067	11,20
40 à 44	947.099	2.691	2,84
45 à 49	917.302	856	1,04
50 et au-des.	2.950.424	428	0,145
TOTAL	7.640.305	179.062	23,40

Age de la mère : 35 à 39 ans.

NOMBRE d'hommes mariés. Age du père	Nombre d'hommes.	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
18 à 19	2.651	170	64,00
20 à 24	148.205	532	3,53
25 à 29	714.278	3.598	5,03
30 à 34	964.103	12.697	13,10
35 à 39	993.452	35.348	35,50
40 à 44	947.099	33.539	35,30
45 à 49	917.302	15.595	17,00
50 et au-des.	2.950.424	5.826	1,97
TOTAL.	7.640.305	107.435	14.00

Age de la mère : 40 à 44 ans.

NOMBRE d'hommes mariés. Age du père	Nombre d'hommes.	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
18 à 19	2.651	18	21,80
20 à 24	148.205	138	0,93
25 à 29	714.278	593	0,83
30 à 34	964.103	2.043	2,12
35 à 39	993.452	5.444	5,46
40 à 44	947.099	16.246	17,10
45 à 49	917.302	12.632	13,70
50 et au-des.	2.950.424	7.333	2,48
TOTAL.	7.640.305	44.607	5,83

Age de la mère : 50 ans et au delà

NOMBRE d'hommes mariés. Age du père.	Nombre d'hommes.	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
18 à 19	2.651	0	0,00
20 à 24	148.205	14	0,094
25 à 29	714.278	40	0,054
30 à 34	964.103	65	0,067
35 à 39	993.452	127	0,127
40 à 44	947.099	154	0,163
45 à 49	917.302	227	0,247
50 et au-des.	2.950.424	378	0,128
TOTAL.	7.640.305	942	0,124

Age de la mère : 45 à 49 ans.

NOMBRE d'hommes mariés. Age du père.	Nombre d'hommes.	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
18 à 19	2.651	10	3,78
20 à 24	148.205	20	0,135
25 à 29	714.278	73	0,102
30 à 34	964.103	261	0,271
35 à 39	993.452	566	0,570
40 à 44	947.099	1.099	1,160
45 à 49	917.302	2.453	2,670
50 et au-des.	2.950.424	1.804	0,61
TOTAL.	7.640.305	6.316	0,827

Tous âges de la mère réunis.

NOMBRE d'hommes mariés. Age du père.	Nombre d'hommes.	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
18 à 19	2.651	3.330	1259,80
20 à 24	148.205	44.495	298,00
25 à 29	714.278	209.874	294,00
30 à 34	964.103	216.564	224,00
35 à 39	993.452	149.874	150,50
40 à 44	947.099	91.616	96,70
45 à 49	917.302	42.380	46,10
50 et au-des.	2.950.424	20.123	6,80
TOTAL.	7.640.305	782.082	102.20

Digitized by Google

FÉCONDITÉ DE LA FEMME EN FONCTION DE L'AGE DU PÈRE

Age du père : 18 à 19 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15		24	1000 »
15 à 19	78.053	957	12,30
20 à 24	626.871	1.058	1,69
25 à 29	940.783	715	0,76
30 à 34	990.337	335	0,338
35 à 39	958.034	170	0,177
40 à 44	905.662	58	0,064
45 à 49	832.128	10	0,012
50 et au-des.	2.321.295	0	0,00
TOTAL.	7.656.679	3.330	0.435

Age du père : 20 à 24 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre de naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15	»	111	1000 »
15 à 19	78.053	7.965	102,00
20 à 24	626.871	24.827	39,60
25 à 29	940.783	8.717	9,25
30 à 34	990.337	2.164	2,19
35 à 39	958.034	532	0,55
40 à 44	905.662	138	0,152
45 à 49	832.128	20	0,024
50 et au-des.	2.321.295	14	0,006
TOTAL.	7.656.679	44.495	5,800

Age du père : 25 à 29 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15	»	180	1000 »
15 à 19	78.053	16.381	209,50
20 à 24	626.871	91.357	145,50
25 à 29	940.783	79.770	84,70
30 à 34	990.337	17.821	18,00
35 à 39	958.034	3.598	3,75
40 à 44	905.662	593	0,655
45 à 49	832.128	73	0,0876
50 et au-des.	2.321.295	40	0,017
TOTAL	7.656.679	209.874	27,40

Age du père : 40 à 44 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15	»	50	1000 »
15 à 19	78.053	321	4,23
20 à 24	626.871	2.691	4,30
25 à 29	940.783	10.313	10,95
30 à 34	990.337	27.157	27,40
35 à 39	958.034	33.539	35,00
40 à 44	905.662	16.246	17,90
45 à 49	832.128	1.099	1,32
50 et au-des.	2.321.295	154	0,066
TOTAL	7.656.679	91.616	12,00

Age du père : 30 à 34 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15	»	138	1000 »
15 à 19	78.053	4.521	58,10
20 à 24	626.871	46.341	74,00
25 à 29	940.783	90.289	95,70
30 à 34	990.337	60.147	60,60
35 à 39	958.034	12.697	13,20
40 à 44	905.662	2.043	2,26
45 à 49	832.128	261	0,314
50 et au-des.	2.321.295	65	0,028
TOTAL	7.656.679	216.564	28,33

Age du père : 45 à 50 ans.

Age de la mère.	Nombre de femmes. (NOMBRE de femmes mariées.)	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15		33	1000 »
15 à 19	78.053	92	1,17
20 à 24	626.871	856	1,37
25 à 29	940.783	2.799	2,97
30 à 34	990.337	7.675	7,75
35 à 39	958.034	15.595	16,22
40 à 44	905.662	12.632	13,95
45 à 49	832.128	2.453	2,94
50 et au-dess.	2.321.295	227	0,098
TOTAL	7.656.679	42.380	5,54

Digitized by Google

Age du père : 35 à 39 ans.

Age de la mère.	NOMBRE de femmes mariées. Nombre de femmes.	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15	»	82	1000 »
15 à 19	78.053	1.026	13,18
20 à 24	626.871	11.067	17,67
25 à 29	940.783	39.362	41,80
30 à 34	990.337	56.797	57,28
35 à 39	958.034	35.348	36,85
40 à 44	905.662	5.444	6,01
45 à 49	832.128	566	0,68
50 et au-des.	2.321.295	127	0,054
TOTAL	7.656.679	149.874	19,50

Age du père : 50 ans et au-dessus

Age de la mère.	NOMBRE de femmes mariées. Nombre de femmes.	Nombre des naissances.	Proportion p. 0/00.
Moins de 15		19	1000 »
15 à 19	78.053	57	0,73
20 à 24	626.871	428	0,68
25 à 29	940.783	1.252	1,33
30 à 34	990.337	2.983	3,02
35 à 39	958.034	5.826	6,06
40 à 44	905.662	7.333	8,10
45 à 49	832.128	1.804	2,16
50 et au-dess.	2.321.295	378	0,163
TOTAL	7.656.679	20.123	2,63

Tous âges du père réunis.

Age de la mère.	NAISSANCES LÉGITIMES. Nombre des mères.	Nombre des naissances.	Proportion pour 1000 mères.	MORT-NÉS. Naissances de mort-nés.	Total des naissances.	Proportion pour 1000 naissances.	Pour 1000 femmes mariées.
Au-dessous de 15 ans.	»	641	1000,00	909	1.550	58,60	586,00
15 à 19 ans.	78.053	31.350	400,00	2.438	33.788	72,00	3,12
20 à 24 — .	626.871	179.062	286,00	7.939	187.001	42,40	1,27
25 à 29 — .	940.783	235.176	250,00	9.554	244.730	39,10	1,02
30 à 34 — .	990.337	175.238	177,00	7.043	182.281	38,60	0,71
35 à 39 — .	958.034	107.436	112,00	4.413	111.849	39,60	0,46
40 à 44 — .	905.662	44.607	49,35	2.101	46.708	45,00	0,23
45 à 49 — .	832.128	6.316	7,58	428	6.744	63,65	0,50
50 et au-dessus.	2.321.295	942	0,407	98	1.040	94,25	0,042
	»	»	»	»	Inc. 968	»	»
TOTAL général.	7.656.679	782.082	102,10	35.891	817.973	43,9	»

Naissances naturelles.

Age de la mère.	A. ENFANTS NÉS VIVANTS. Nombre des filles et veuves.	Nombre des naissances.	Proportion pour 1000	B. MORT-NÉS. Nombre des mort-nés.	Total des naissances.	Proportion pour 1000 naissances.
Moins de 15 ans. .	336.512	818	2,44	193	1.011	190,00
15 à 19 ans. . . .	1.592.387	13.774	8,62	816	14.590	55,9
20 à 24 —	1.066.046	27.370	25,60	1.679	29.049	57,9
25 à 29 —	501.750	16.345	32,50	1.220	17.565	69,5
30 à 34 —	352.711	8.633	24,45	676	9.309	72,6
35 à 39 —	306.645	4.084	13,20	362	4.446	81,5
40 à 44 —	305.390	1.512	4,92	153	1.665	91,6
45 à 49 —	317.320	177	0,56	24	201	119,20
50 et au-dessus. .	2.108.536	129	0,061	13	142	91.5
	»	»	»	Inc. 710	»	»
TOTAL de 15 et au-dessus	7.994.871	73.809	9,25	5.846	79.655	73,3

Digitized by Google

L'examen détaillé des résultats qui précèdent fait ressortir des phénomènes dignes d'attirer l'attention : d'abord, c'est la diminution graduelle de la fécondité par âge, aussi bien pour l'homme que pour la femme.

Le diagramme n° 1 ci-après indique la fécondité légitime du mari (quel que soit l'âge de la femme) et de la femme (quel que soit l'âge du mari), dans les premières années de l'âge nubile. On pourrait d'ailleurs considérer, à la rigueur, les gros coefficients que notre calcul a révélés, comme des accidents, surtout en ce qui concerne la femme; il est certain que les femmes mariées de moins de quinze ans ont toutes été mères, car c'est précisément leur grossesse qui a nécessité leur mariage précoce.

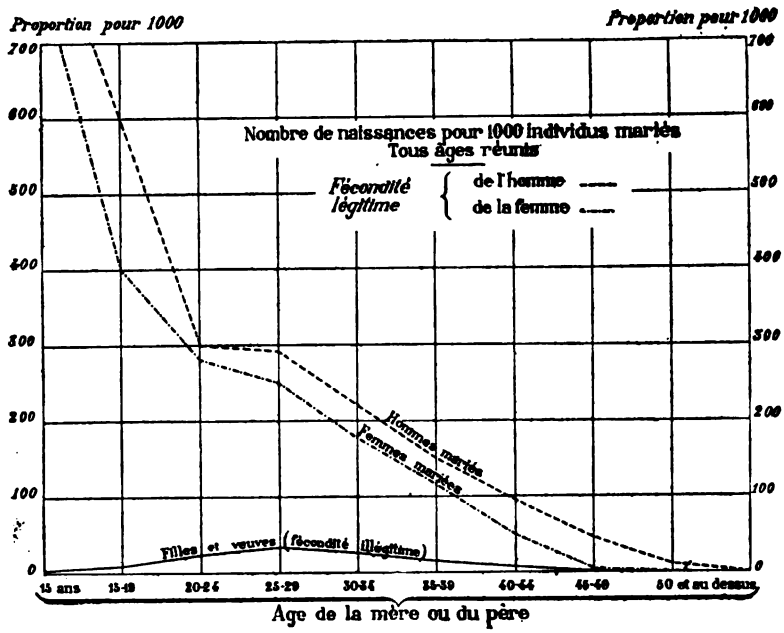


Fig. 1. — Fécondité comparée de l'homme et de la femme, suivant l'âge.

On pourrait en dire autant de la majorité des pères de dix-huit à dix-neuf ans. Le diagramme n° 1 donne bien l'allure générale de la fécondité de l'homme, puis de la femme, suivant l'âge; mais les tableaux qui précèdent analysent la natalité afférente à chaque groupe d'hommes, puis des femmes, ayant un âge donné pour chacun des groupes de conjoints ayant atteint tel ou tel âge.

A cet égard, les diagrammes 2 et 3 fournissent, à l'aide de courbes démonstratives, les variations de cette natalité propre à un âge fixe, suivant les différents âges des autres conjoints.

Digitized by Google

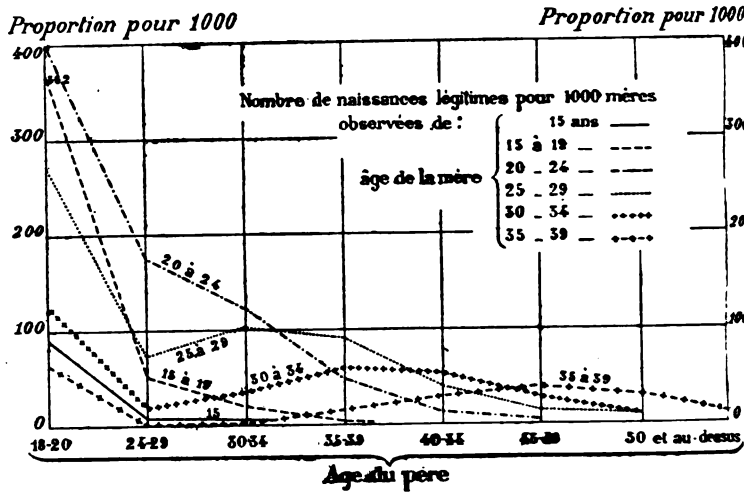


FIG. 2. — Fécondité de l'homme marié, suivant son âge et suivant l'âge de sa femme.

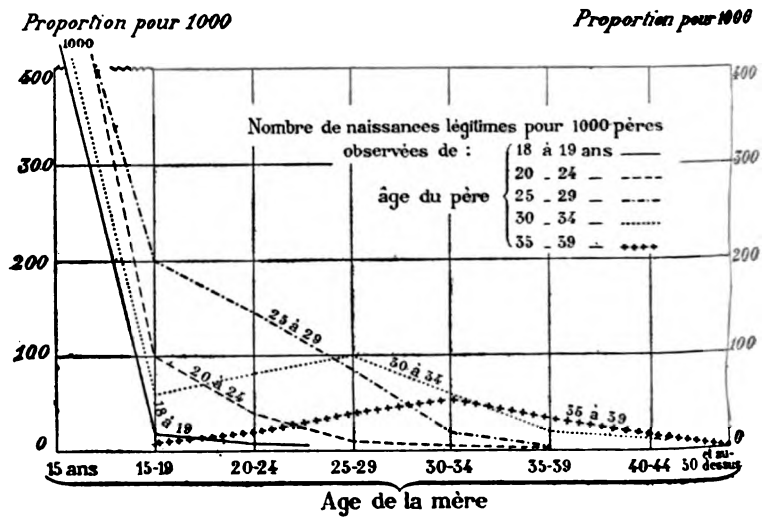


FIG. 3. — Fécondité de la femme mariée, suivant son âge et suivant l'âge de son mari.

Un fait curieux se dégage de suite : la fécondité est plus forte (à part les âges exceptionnels de quinze ans pour la femme, et de dix-huit à dix-neuf ans pour l'homme) pour les couples d'un âge assorti ; elle fléchit lorsque la femme est beaucoup plus jeune et beaucoup plus âgée que le mari, et réciproquement. Néanmoins, je me hâte de dire que la natalité la plus forte se constate aussi bien lorsque l'homme est plus jeune que la femme, que lorsque l'homme est plus âgé (ce qui est le cas le plus ordinaire), pourvu que la différence d'âge ne soit pas trop forte.

Digitized by Google

Je signalerai tout à l'heure quelle influence aura la différence d'âge, en plus ou en moins, au point de vue de la proportion des deux sexes dans les naissances.

Toujours est-il qu'il était intéressant d'étudier de près l'allure des courbes représentées dans les diagrammes 2 et 3, et que j'ai imaginé de représenter, dans un tableau à double entrée, les différents coefficients de fécondité afférents à chaque âge de l'homme marié vis-à-vis de sa conjointe de tel ou tel âge.

J'ai imaginé que ces coefficients étaient assimilables à des reliefs de terrain et j'ai pu construire un stéréogramme dont voici la projection horizontale *(fig. 4)*.

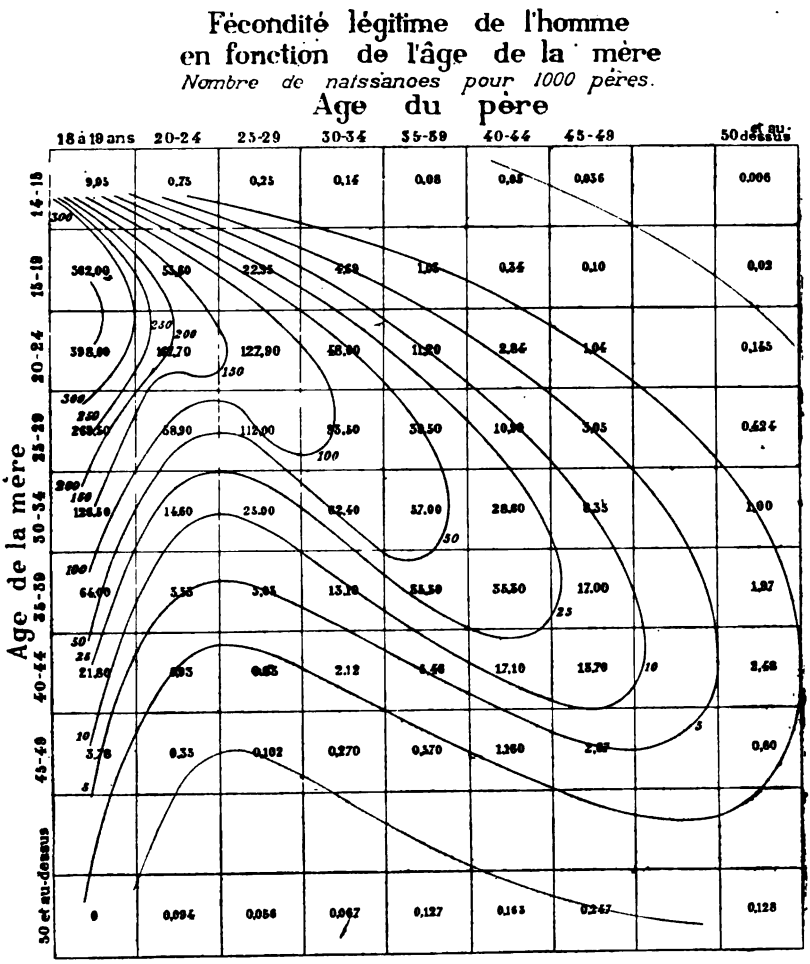


FIG. 4. — Fécondité figurée de l'homme marié, suivant son âge, et suivant l'âge de sa femme.

Digitized by Google

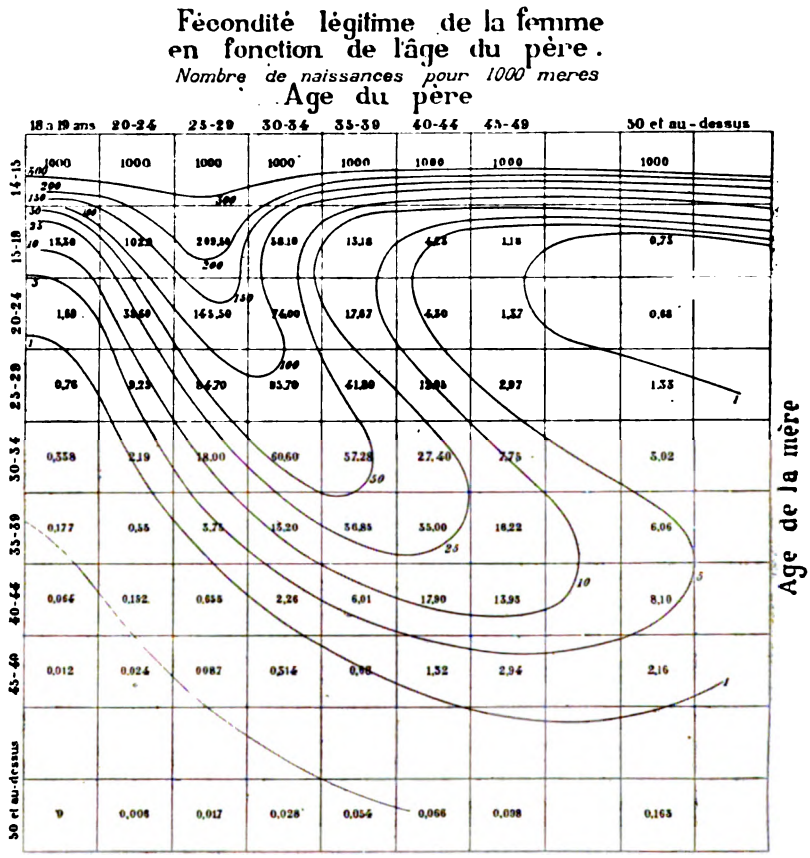


FIG. 5. — Fécondité figurée de la femme mariée, suivant son âge et suivant l'âge de son mari.

Ce stéréogramme peut être rapproché du stéréogramme de l'âge du mariage (1), dont voici un spécimen pour la France.

Un Anglais, M. Francis Galton, à la suite de M. Körösi, le chef de la Statistique de la ville de Budapest, a, il y a fort peu de temps (2), essayé de construire des courbes d'égale intensité, qu'il a nommées *isogènes*. J'aurais volontiers adopté le terme d'isogène; néanmoins, je ne crois pas que ce distingué statisticien en ait fait usage pour construire un stéréogramme.

Voici, toujours à titre de comparaison, un croquis figurant tant bien que mal la projection horizontale d'un stéréogramme relatif au taux des mariages par âge, en France (d'après 10 millions de mariages observés entre filles et garçons, — les stéréogrammes des mariages de veufs, de veuves, soit entre

(1) Cette figure n'est pas nouvelle; elle a été imaginée par M. Perozzo, à Rome, sous la direction de M. Bodio, directeur général de la Statistique d'Italie, d'après le taux de nuptialité par âge.

(2) *Bulletin de Statistique de Londres*, liv. de décembre 1894, p. 690.

Digitized by Google

eux, soit avec des célibataires, que j'ai construits également, présentent une toute autre physionomie).

Voici, maintenant, le stéréogramme indiquant les variations par âge de la natalité pour les femmes mariées.

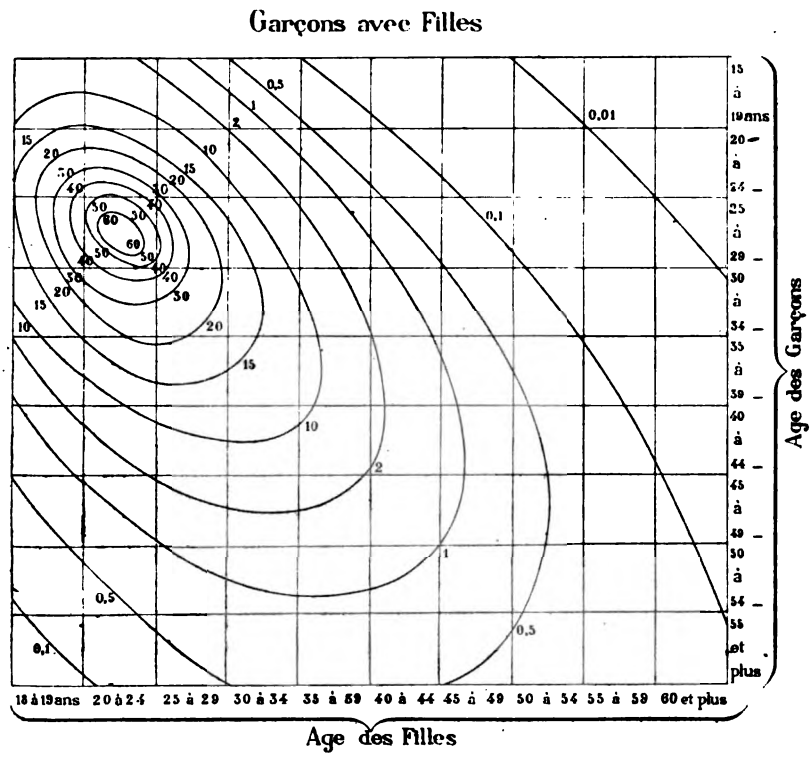


FIG. 6. — Table de nuptialité. — Proportion des mariages pour 1000 jeunes gens, suivant l'âge des conjoints.

L'examen détaillé de ces deux stéréogrammes de la fécondité m'entraînerait fort loin; je me réserve de les commenter dans une autre communication; je me bornerai à faire remarquer combien est brusque la chute de la natalité après les premières années de mariage, ou, pour mieux dire, après que l'homme, et surtout que la femme, a dépassé l'âge de quarante-cinq ou cinquante ans.

La statistique a, cependant, relevé 942 naissances dues à des mères ayant passé cinquante ans (pour lesquelles le mari avait de vingt à vingt-quatre ans seulement).

Digitized by Google

II

PRÉDOMINANCE DE CHACUN DES SEXES PARMI LES NAISSANCES, D'APRÈS L'AGE DU PÈRE OU DE LA MÈRE.

Avant d'aborder le problème de la détermination de la durée d'une génération virile ou féminine, il m'a paru intéressant d'examiner si la proportion des deux sexes se maintenait la même, quel que soit l'âge du père ou bien de la mère.

Voici tout d'abord le nombre des naissances légitimes de garçons, de filles et totales ramenées à 100.000, et celui des naissances naturelles ramenées à 10.000.

Naissances masculines

PAR AGE DES PARENTS

Ramenées à 100.000.

Age de la mère.	Age du père. Moins de 20 ans.	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 44	45 à 49	50 et au-dessus.	Inconnu.	Total des filles.	Naissances naturelles ramenées à 10.000
Moins de 15 ans	2	16	21	20	9	7	4,2	3,5	0,7	82	111
15 à 19 . . .	123	991	2.139	597	130,5	43	13,5	8,5	5,0	4.048	1.870
20 à 24 . . .	135	3.168	11.740	5.991	1.386	342	112	56,0	13,7	22.945	3.700
25 à 29 . . .	95	1.111	10.322	11.563	5.107	1.293	352	159	18,2	30.021	2.230
30 à 34 . . .	42	294	2.267	7.640	7.284	3.436	976	380	20,5	22.340	1.141
35 à 39 . . .	20	72	468	1.635	4.541	4.284	1.956	733	17,5	13.735	543
40 à 44 . . .	9	13	78	271	705	2.092	1.624	944	16,5	5.750	208
45 à 49 . . .	2	2,3	6	30,5	78	150	322	238	3,5	833	226
50 et au-dessus	—	1,5	3	7,8	15	17,5	12	48,5	0,7	106	64
Age inconnu .	0,5	1,2	11	8	10	6,5	2	4,3	136	180	148
TOTAL des garçons.	428	5.709	27.055	27.762	19.256	11.470	5.389	2.373	228	100.000	10.241

Naissances féminines

Ramenées à 100.000

Age de la mère.	Age du père. Au-dessous de 20	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 44	45 à 49	50 et au-dessus	Age inconnu	Total général	Naissances naturelles ramenées à 10.000
Moins de 15 ans.	4	14	24,8	15,4	12	5,5	4	1,6	0,2	82,3	111
15 à 19 . . .	121	1.043	2.050	5.550	131	39	10	7	2,6	395	1.870
20 à 24 . . .	138	3.175	11.550	5.840	1.440	345	107	50,4	30	22.800	3.710
25 à 29 . . .	88	1.118	10.000	11.500	4.950	1.340	364	161	23	29.600	2.200
30 à 34 . . .	43	257	2.280	7.700	7.200	3.500	985	382	19,6	22.400	1.200
35 à 39 . . .	24	63,5	450	1.610	4.480	4.280	2.150	750	22,6	13.700	570
40 à 44 . . .	5,7	22	73	251	685	2.060	1.600	925	18,8	5.650	200
45 à 49 . . .	0,5	3	12,5	36,4	61,1	131	304	222	8,1	784	26,5
50 et au-dessus.	—	2	7,3	9,3	17,2	21,9	46,8	48	9,4	135	28,9
Age inconnu .	0,2	0,5	4,4	8	3,6	5,2	2,3	6,8	124	155	116
TOTAL des filles	420	5.700	26.500	27.600	1.900	11.700	5.450	2.550	2.700	100.000	10.000

Digitized by Google

Naissances totales des garçons et filles réunis

PAR AGE DES PARENTS

Ramenées à 100.000 légitimes.

Age de la mère.	Age du père. Moins de 20 ans.	20 à 24	25 à 29	30 à 34	35 à 39	40 à 44	45 à 49	50 et au-dessus	inconnu	Total des garçons et filles	Naissances naturelles ramenées à 10.000
Moins de 15 ans.	3	14,7	23	17,6	10,5	6,4	4,2	2,4	0,5	82	111
15 à 19 . . .	122	1.020	2.100	579	131	41	11,8	7,3	3,7	4.000	1.862
20 à 24 . . .	136	3.175	11.690	5.910	1.416	345	110	54,8	22,0	22.950	3.700
25 à 29 . . .	91	1.112	10.200	11.520	5.040	1.320	359	160,8	20,6	30.000	2.220
30 à 34 . . .	43	277	2.280	7.660	7.260	3.485	980	381	20,1	22.400	1.170
35 à 39 . . .	21,7	68	460	1.620	4.535	4.290	2.000	743,0	20,1	13.700	554
40 à 44 . . .	7,4	17,6	76,2	262	696	2.075	1.610	939	17,7	5.700	204
45 à 49 . . .	1,3	2,6	9,3	33,3	72,3	141	313	230	5.8	811	24
50 et au-dessus .	—	1,8	5,1	8,3	16,2	19,7	29	48,5	5	120	17,5
Age inconnu .	0,4	0,9	7,8	7,9	7	5,9	2,3	5,5	130	167,8	131
TOTAL des garçons et filles	424	5.695	26.820	27.650	19.150	11.700	5.400	2.572	246	100.000	10.000

Il apparaît déjà que la proportion des garçons est généralement plus forte lorsque le père est plus âgé que la mère, et plus faible lorsque le père est moins âgé.

Mais le tableau suivant sera plus expressif encore. Alors qu'il naît d'une manière générale 105 garçons contre 100 filles, il en naît 107 chez les mères très jeunes et 82 chez les mères âgées. De plus, au-dessus d'un certain âge du père, quarante-cinq ans par exemple, on compte un tiers en plus de naissances masculines chez les jeunes mères de moins de vingt ans.

Voici, calculées sur des groupes plus larges (de 10 en 10 ans), les proportions des naissances masculines, pour 100 naissances féminines.

MASCULINITÉ

PROPORTION DES NAISSANCES MASCULINES POUR 100 NAISSANCES FÉMININES SUIVANT L'AGE DES PARENTS

Age de la mère.	Age du père. Moins de 25 ans.	25 à 35 ans.	35 à 45 ans.	45 ans et au-dessus.	Moyenne générale.
Moins de 20 ans. . . .	100	110	107	132	107
20 à 30 ans.	104	106	105	104	105
30 à 40 —	115	104	105	105	104
40 à 50 —	88	106	107	106	107
50 ans et au-dessus . .	75	64	87	67	82
MOYENNE GÉNÉRALE .	99,5	101	105	105	105

Digitized by Google

Pour les pères âgés de dix-huit à vingt-cinq ans et dont la femme a quarante, quarante-cinq ou cinquante ans, les naissances de filles l'emportent très sensiblement.

Ces proportions, quoique basées sur près de 800.000 naissances, demandent d'ailleurs à être confirmées par les chiffres des années suivantes.

III

DURÉE MOYENNE DE LA GÉNÉRATION DE L'HOMME OU DE LA FEMME

J'arrive maintenant à la constatation la plus importante ou, du moins, la plus en rapport avec le titre de cette communication. Je vais faire grâce au lecteur des calculs très longs et très fastidieux qui ont été nécessités par la recherche que j'avais entreprise. Il suffira de dire que j'ai dû calculer les années vécues par chaque groupe de pères et de mères du même âge et additionner les années vécues et diviser le total de ces années par le nombre de têtes correspondantes. Ces calculs ont été faits pour chacun des deux sexes, non seulement pour la France entière, mais pour chacun des départements.

Voici les résultats :

Sexe masculin	(naissance légitime). . .	34 ans 1 mois 6 jours.
Sexe féminin	(naissance légitime). . .	29 ans 9 mois 28 jours.
	(naissance naturelle) . .	25 ans 9 mois.

On voit que l'âge moyen d'un père à la naissance d'un quelconque de ses enfants, calculé d'après 782.000 observations, ne diffère guère de l'expression déjà trouvée par quelques savants. Mais ce qui est nouveau, c'est l'expression de l'âge de la mère, 29 ans 9 mois 28 jours pour la femme mariée et 25 ans 9 mois pour la fille-mère. Ce sont-là des moyennes générales s'appliquant à l'ensemble de la France.

Voici maintenant le tableau présentant les variations de ces durées de génération, dans les 87 départements.

Digitized by Google

DURÉE DE LA GÉNÉRATION

AGE MOYEN DE L'HOMME ET DE LA FEMME A LA NAISSANCE D'UN ENFANT QUELCONQUE

Nos	DÉPARTEMENTS	HOMMES			FEMMES					
					MARIÉES			NON MARIÉES		
		ans	mois	jours	ans	mois	jours	ans	mois	jours
1	Ain	35	7	8	29	8	8	25	0	12
2	Aisne	33	0	16	28	8	24	24	4	24
3	Allier	35	6	12	28	4	16	23	11	20
4	Alpes (Basses-)	36	6	12	30	7	12	27	0	16
5	Alpes (Hautes-)	33	9	20	31	7	12	26	7	4
6	Alpes-Maritimes	35	0	15	30	1	8	23	4	24
7	Ardèche	36	4	28	31	1	15	26	3	16
8	Ardennes	33	1	8	29	4	1	25	1	25
9	Ariège	35	1	11	30	1	0	25	1	8
10	Aube	33	8	4	29	0	24	26	0	26
11	Aude	33	8	8	28	4	1	25	3	0
12	Aveyron	38	8	20	29	9	16	25	3	28
13	Bouches-du-Rhône	32	2	27	29	6	0	25	9	15
14	Calvados	33	0	20	29	2	0	26	2	12
15	Cantal	34	4	12	30	3	10	26	4	8
16	Charente	34	5	29	28	5	04	25	6	0
17	Charente-Inférieure	32	9	28	28	4	12	25	6	20
18	Cher	34	1	17	29	2	0	23	11	12
19	Corrèze	34	5	12	29	5	12	25	5	20
20	Corse	34	11	16	30	9	20	26	8	15
21	Côte-d'Or	33	11	20	29	4	26	24	9	3
22	Côtes-du-Nord	33	11	20	33	2	20	26	11	0
23	Creuse	32	11	23	28	9	12	25	10	17
24	Dordogne	32	11	20	29	0	0	24	11	0

Digitized by Google

N°s	DÉPARTEMENTS	HOMMES			FEMMES					
					MARIÉES			NON MARIÉES		
		ans	mois	jours	ans	mois	jours	ans	mois	jours
25	Doubs	33	7	20	31	1	12	26	0	0
26	Drôme	35	4	0	30	2	3	26	4	24
27	Eure	33	1	19	28	7	28	26	6	0
28	Eure-et-Loir. . . .	33	10	16	29	2	14	25	4	12
29	Finistère	35	8	1	30	11	2	26	7	4
30	Gard	34	5	15	29	9	16	22	4	0
31	Garonne (Haute-). .	33	1	8	28	6	0	26	8	12
32	Gers	34	6	8	28	5	20	23	7	0
33	Gironde.	32	10	8	28	0	26	25	9	20
34	Hérault	33	8	1	28	11	20	24	11	20
35	Ille-et-Vilaine . . .	34	11	12	31	5	12	26	0	12
36	Indre.	33	8	28	28	9	12	23	10	20
37	Indre-et-Loire . . .	33	6	16	26	9	28	24	9	20
38	Isère	36	3	4	27	9	4	24	1	12
39	Jura	35	8	8	30	4	25	25	8	28
40	Landes	34	4	24	28	1	28	25	1	24
41	Loir-et-Cher	33	7	24	26	5	13	25	4	24
42	Loire.	33	7	21	29	7	26	24	8	15
43	Loire (Haute-) . . .	35	6	20	30	11	20	23	5	8
44	Loire-Inférieure . .	34	3	0	31	0	8	23	5	20
45	Loiret.	33	8	13	29	5	21	23	7	20
46	Lot.	34	0	26	28	10	0	26	0	24
47	Lot-et-Garonne. . .	33	7	4	27	6	12	25	8	2
48	Lozère	36	11	28	30	6	4	25	3	4
49	Maine-et-Loire. . .	34	4	25	26	0	16	25	5	24
50	Manche.	34	9	12	29	9	24	25	2	24
51	Marne	33	4	0	28	10	21	22	5	28
52	Marne (Haute-). . .	34	10	8	29	11	12	24	6	4
53	Mayenne	34	11	12	26	11	20	24	7	8
54	Meurthe-et-Moselle .	33	1	25	29	3	28	24	3	4
55	Meuse.	33	11	12	29	9	16	24	7	28
56	Morbihan	34	11	16	30	11	20	25	9	10
57	Nièvre	33	0	12	28	6	8	23	11	12
58	Nord	33	7	29	30	5	0	25	2	4
59	Oise	34	0	0	28	8	24	25	3	0

Digitized by Google

N°	DÉPARTEMENTS	HOMMES	FEMMES		
			MARIÉES		NON MARIÉES		
		ans mois jours	ans mois jours		ans mois jours		
60	Orne	33 11 20	27 7 4		25 10 0		
61	Pas-de-Calais. . . .	34 10 28	29 4 0		24 1 8		
62	Puy-de-Dôme . . .	33 9 8	26 0 12		25 6 0		
63	Pyrénées (Basses-) .	36 1 4	27 3 24		26 5 4		
64	Pyrénées (Hautes-) .	37 0 0	30 9 20		26 3 28		
65	Pyrénées-Orientales.	36 4 8	34 0 0		25 2 16		
66	Territoire de Belfort.	34 2 13	30 3 0		25 4 25		
67	Rhône	33 11 4	29 3 0		25 4 28		
68	Saône (Haute-). . .	34 4 0	30 6 12		25 4 24		
69	Saône-et-Loire. . .	32 11 12	28 7 12		25 1 20		
70	Sarthe	32 11 24	29 1 4		24 5 28		
71	Savoie	36 7 28	31 5 28		27 5 0		
72	Savoie (Haute-) . .	36 7 15	30 0 8		26 9 20		
73	Seine.	33 8 24	29 2 4		26 9 0		
74	Seine-Inférieure . .	35 1 19	31 1 15		25 0 4		
75	Seine-et-Marne . .	33 4 8	28 8 20		24 7 8		
76	Seine-et-Oise. . . .	32 11 20	28 9 4		26 1 11		
77	Sèvres (Deux-). . .	34 0 25	31 0 0		24 0 0		
78	Somme.	32 6 28	29 2 23		24 1 16		
79	Tarn	34 6 12	29 2 12		23 10 0		
80	Tarn-et-Garonne . .	33 7 28	27 9 20		26 5 7		
81	Var.	34 2 0	29 0 27		26 3 24		
82	Vaucluse	34 7 28	29 11 8		26 2 24		
83	Vendée	34 1 10	30 4 16		24 8 10		
84	Vienne	34 2 25	27 7 28		25 6 12		
85	Vienne (Haute-) . .	34 8 13	27 8 0		25 4 2		
86	Vosges	34 0 20	30 3 15		24 11 16		
87	Yonne	33 8 24	29 1 0		24 6 12		

Ce tableau a été traduit en trois cartogrammes qui figurent ci-dessous et qui indiquent par des teintes graduées les départements, provinces et régions dans lesquels la durée de la génération est plus courte ou plus longue.

Digitized by Google

Dans le sud-est, la durée pour l'homme est de 36 ans environ; dans le sud-ouest, elle est de 32 à 33 ans. De faibles différences se relèvent pour le nord de la France; néanmoins, il est intéressant de voir que la Bretagne, dans laquelle l'âge du mariage est tardif, accuse une durée assez faible de a génération (sauf le Finistère).

En Normandie et dans le centre du bassin de la Seine, la durée de la génération humaine est faible : 32 à 33 ans.

DURÉE DE LA GÉNÉRATION. — HOMMES
Age moyen du père à la naissance d'un enfant.

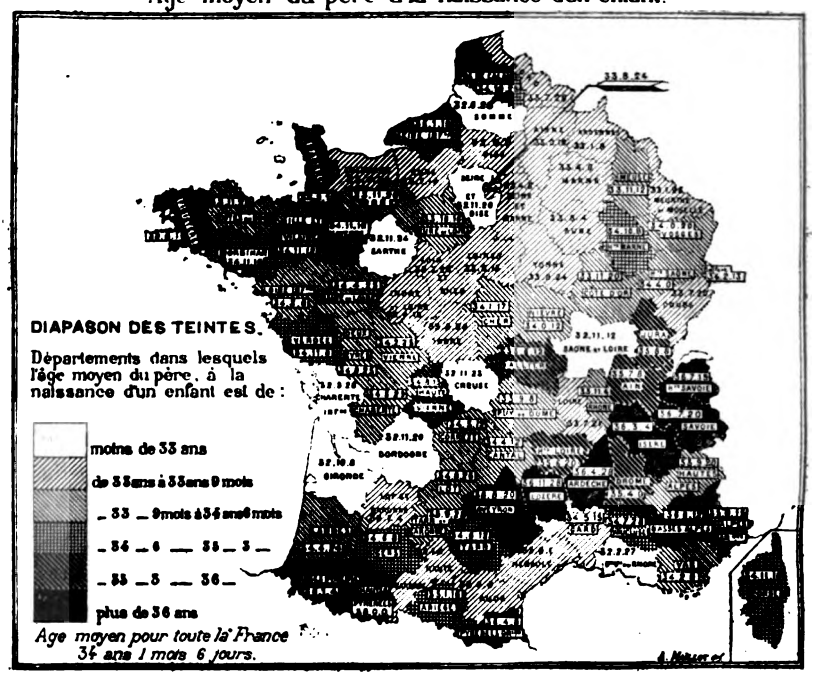


FIG. 7.

Pour la femme mariée, la moyenne dépasse 30 ans dans les différents départements du Massif Central et des Alpes, dans la Seine-Inférieure et dans la Bretagne. Elle s'abaisse à 26 ans dans les départements à faible natalité, baignés par le bas cours de la Loire.

Digitized by Google

Enfin, pour la génération *naturelle*, c'est-à-dire pour l'âge moyen de la fille-mère à la naissance d'un enfant, les départements baignés par la Médi-

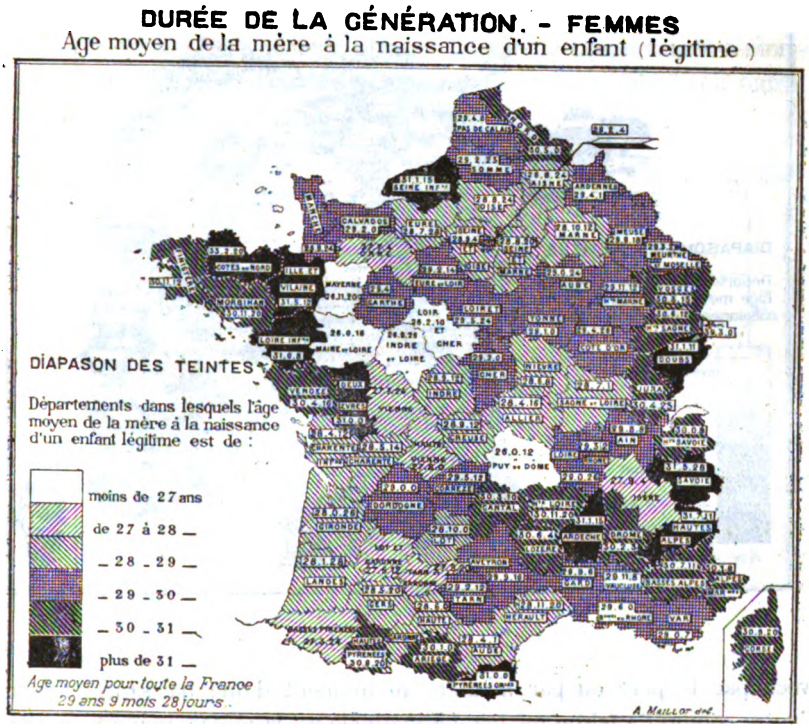


FIG. 8.

terranée présentent des durées plus faibles qu'au nord ; l'est de la France présente des durées plus faibles que l'ouest.

Ces différentes analyses nécessiteraient certainement un développement plus étendu, mais je suis limité par l'espace et je me contente de renvoyer le lecteur aux cartes mêmes qui figurent ci-dessus et qui parleront d'elles-mêmes aux yeux.

Digitized by Google

De même que j'ai calculé la durée de la génération d'après l'ensemble des naissances, de même il m'a paru intéressant de chercher l'âge moyen

DURÉE DE LA GÉNÉRATION - FEMMES
Age moyen de la fille-mère à la naissance d'un enfant naturel.

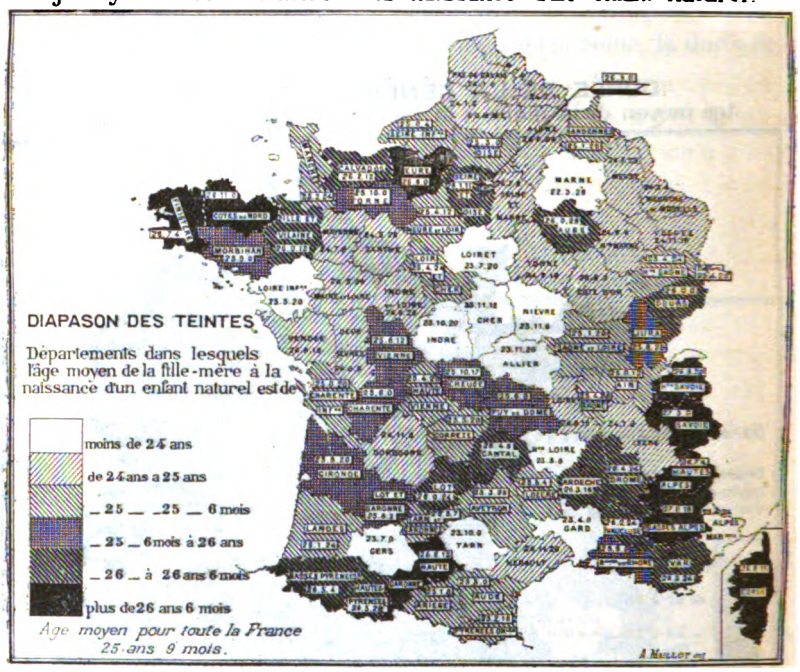


FIG. 9.

vécu par le père ou par la mère au moment d'une naissance, lorsque l'autre conjoint a tel ou tel âge. La méthode est la même, je n'y reviendrai pas; je donne ci-après les résultats généraux :

Age de la femme à la naissance d'un enfant.			Age de l'homme à la naissance d'un enfant.		
Lorsque le père a	ans.	mois.	Lorsque la mère a	ans.	mois.
Moins de 20 ans .	24	5	Moins de 15 ans .	32	4
20 à 24. . . .	23	3	15 à 19. . . .	27	10
25 à 29. . . .	25	»	20 à 24. . . .	29	6
30 à 34. . . .	28	5	25 à 29. . . .	32	2
35 à 39. . . .	31	10	30 à 34. . . .	36	6
40 à 44. . . .	35	5	35 à 39. . . .	40	»
45 à 49. . . .	38	»	40 à 44. . . .	44	1
50 et au-dessus	39	»	45 à 49. . . .	46	6
			50 et au-dessus	46	3

Sans m'appesantir sur ces moyennes, je me bornerai à faire remarquer

Digitized by Google

que la différence d'âge devient de plus en plus faible au fur et à mesure que les parents sont âgés.

La classification des mort-nés, légitimes et naturels, suivant l'âge de la mère, a été faite en même temps que celle des naissances vivantes. Les résultats statistiques de ce classement n'ont rien de commun avec le sujet de la présente communication, c'est-à-dire avec la durée de la génération ; néanmoins, il m'a paru utile, ne fût-ce que par la nouveauté de cette question incidente, de constater, chemin faisant, la proportion des mort-nés à chaque âge de la mère. Les tableaux qui précèdent ont fourni le moyen de dresser le diagramme suivant :

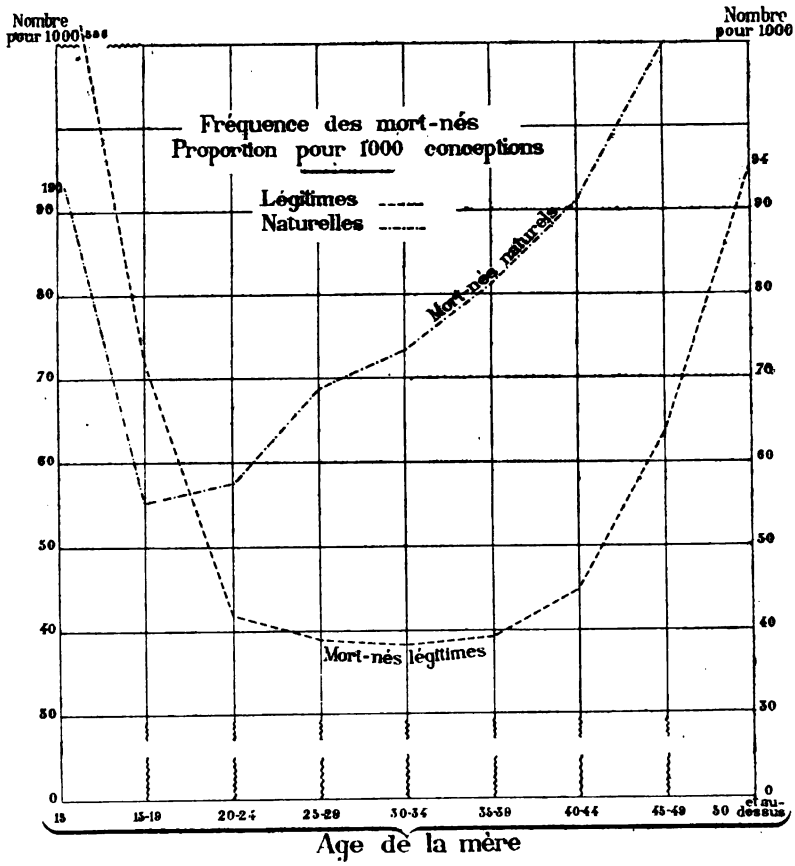


FIG. 10. — Proportion des naissances de mort-nés, pour 1000 mères de chaque âge.

D'après ce diagramme, on voit que la proportion des mort-nés, qui est d'une manière générale de 40 0/00, commence par être très forte, 586 0/00, lorsque la mère (légitime) n'a pas quinze ans; il ne faut pas

Digitized by Google

d'ailleurs attacher à ce coefficient, qui accuse un état absolument anormal de la conception et de la parturition, plus d'importance qu'il convient, à cause du trop petit nombre des observations relevées.

Il est à remarquer que la proportion des mort-nés naturels, pour les filles-mères d'un âge aussi tendre, semble beaucoup plus faible; quelle est la cause de cette différence? Faut-il y voir la conséquence de trop nombreuses dissimulations d'accouchements chez les filles-mères?

Toujours est-il que la proportion des mort-nés légitimes s'abaisse graduellement jusqu'à ce que la mère ait atteint trente-cinq ans, et qu'à partir de cet âge leur fréquence augmente. Quant aux mort-nés illégitimes, leur proportion augmente graduellement depuis l'âge de vingt ans pour la mère, époque à laquelle la proportion est de 5 1/2 0/0, et atteint et dépasse même 1/10e à l'âge qui constitue pour la femme la limite de la fécondité.

Telles sont, d'une manière générale et en peu de mots, les principales constatations qui résultent d'un travail portant sur un nombre assez considérable d'observations pour donner un caractère assez fixe aux chiffres qui en ont été déduits. Je compte reprendre chaque année les chiffres nouveaux et examiner si les nouveaux éléments ainsi recueillis seront de nature à confirmer les données quelque peu provisoires qui ont été calculées, principalement pour ce qui concerne les variations de la durée de la génération dans les départements.

Néanmoins, il m'a paru que dès maintenant la primeur pouvait en être donnée à l'Association française pour l'avancement des sciences, et je serai amplement récompensé de ma peine si les pages qui précèdent intéressent des lecteurs curieux de faits démographiques et sociaux encore inédits.

M. VILFREDO-PARETO

Professeur à l'Université de Lausanne.

THÉORIE MATHÉMATIQUE DES CHANGES ÉTRANGERS

— Séance du 13 août 1894 —

1. Nous nous proposons d'étudier la question des changes à un point de vue exclusivement scientifique, sans nous occuper d'applications pratiques, et sans vouloir donner des conseils ou des préceptes. Nous étudierons ce

Digitized by Google

problème comme le chimiste étudie celui de l'équilibre chimique, ou l'astronome celui des marées, en employant les mêmes méthodes, qui servent dans toutes les sciences naturelles.

Le travail se divise en deux parties. Dans la première, on ne fait pas usage des mathématiques; dans la seconde, on donne, sous des numéros correspondant à ceux des paragraphes de la première, les démonstrations mathématiques.

L'or étant actuellement la monnaie internationale des grands États civilisés, nous parlons de l'or comme moyen de faire les payements internationaux, sans vouloir en aucune manière préjuger la question du choix de l'étalon monétaire.

2. Nous considérons un pays que nous nommons X, le reste du monde étant désigné par Y. L'état monétaire de X peut se comparer à celui d'un lac qui reçoit un fleuve et en forme un autre. Il s'établit une certaine position d'équilibre moyen autour de laquelle oscille le niveau du lac. Ce niveau s'élevant quand il entre dans le lac plus d'eau qu'il n'en sort, s'abaissant dans le cas contraire. Nous nous proposons d'étudier ces mouvements et de les rattacher à leurs causes.

3. Pour entreprendre cette étude avec quelque chance de succès, il faut, aussi bien pour les variations du niveau du lac que pour celles de l'état économique, avoir recours à la méthode des approximations successives. C'est-à-dire qu'il faut d'abord dégager la partie principale du phénomène, ensuite étudier les perturbations les plus importantes, puis celles moins importantes, etc. Même l'astronomie, qui a l'immense avantage d'étudier des phénomènes dépendant d'une cause unique, est obligée d'employer cette méthode des approximations successives. On commence par une première approximation, qui est celle du mouvement elliptique, pour tenir compte ensuite de l'action troublante des masses planétaires. Nous suivrons, pour le problème économique, une marche semblable.

4. Un certain équilibre s'étant établi dans le pays considéré, supposons qu'à la quantité de monnaie qui y existe on ajoute une somme de monnaie, ou bien que de la même masse l'on soustraie cette somme, et cherchons quels seront les phénomènes économiques qui seront la conséquence de cette addition ou de cette soustraction.

Si nous parvenons à résoudre ce problème, nous aurons les éléments nécessaires pour résoudre tout problème concernant les changes. De la même manière, les éléments d'une théorie complète des variations de niveau de l'eau du lac, dont nous avons parlé, consistent dans la solution du problème de savoir quels effets sur ce niveau aura l'addition, ou la soustraction, d'une petite quantité d'eau.

Digitized by Google

Dans ce travail, nous nous bornerons à l'étude du problème économique que nous venons d'énoncer.

La généralité de l'analyse mathématique permet de traiter ensemble le cas de l'addition et celui de la soustraction. Ce que l'on dit de l'une doit s'entendre de l'autre, en changeant les signes.

5. Pour traiter le problème proposé, il nous faut avoir une expression au moins approchée des conditions de l'équilibre économique. Quand nous aurons cette expression, nous verrons varier la quantité de monnaie qui y est représentée et nous pourrons calculer les variations que subissent alors les autres quantités dont tient compte l'equilibre économique.

Au fond, le problème que nous étudions est semblable à un problème de mécanique, et il nous faut trouver des équations qui remplacent celles de Lagrange.

6. M. Walras a donné ces équations pour le phénomène économique. Les principales d'entre elles ont été aussi étudiées par d'autres auteurs tels que Jevons, Menger, Gossen, Edgeworth, Marshall, Irving Fischer, etc... (*).

Non seulement ces équations sont la conséquence de principes qui découlent directement de l'observation; mais, ce qui est encore plus important, tous les résultats auxquels elles conduisent se trouvent d'accord avec les faits. C'est ce que nous avons fait voir dans notre cours d'Économie politique.

7. A vrai dire, ce ne seraient pas des équations semblables à celles de Lagrange qu'il nous faudrait, mais plutôt des équations semblables à celles que l'on tire des équations de Lagrange combinées avec le principe de d'Alembert. En d'autres termes, c'est un problème de dynamique et non de statique que nous devons traiter.

Mais, pour le moment, nous n'avons pas pour la science économique des équations qui correspondent aux équations générales de la dynamique. Il faut donc se contenter d'étudier les problèmes sous la forme statique. C'est, au reste, ce qu'a dû faire aussi la mécanique, et c'est l'étude de la statique qui prépare celle de la dynamique (*).

De la manière dont nous traitons nos problèmes, nous négligeons donc le fait que le mouvement ne s'arrêtera pas à la position d'équilibre que nous trouverons, mais qu'il entraînera au delà l'état économique, qui oscillera en réalité autour de la position que nous donne l'équilibre. Mais

(*) Nous ne voulons ici discuter aucune question de priorité. Nous citons les équations de l'équilibre économique sous le nom de M. Walras, parce que cet auteur les a considérées dans leur ensemble et comme donnant l'idée de l'*ensemble* du phénomène économique.

**) C'est ce que fait maintenant la chimie. Voyez *Introduction à l'étude des équilibres chimiques*, par P. Chroustchoff; Paris, 1894.

Digitized by Google

ces mêmes considérations font voir combien il est important de considérer, en attendant, cette position moyenne.

8. Les formules connues se rapportaient au cas d'un marché fermé. Nous les avons étendues (*) au cas d'un marché qui communique avec d'autres pour les produits, mais non pour certains capitaux, ce qui nous a permis d'établir la théorie du commerce international. Nous ne nous arrêtons pas sur ce sujet, et nous supposerons ces équations connues du lecteur.

C'est dans ces équations que nous allons faire varier la quantité de monnaie.

9. Supposons que l'on soustraie une certaine quantité d'or du stock monétaire de X. Si X était un pays absolumnet isolé du reste du monde, son stock d'or devenant moindre, l'or serait plus précieux (le *degré final d'utilité* de l'or croîtrait). En d'autres termes, les prix baisseraient. Une addition d'or les ferait augmenter. Telle est la base essentielle de la théorie *quantitative* de la monnaie. Nous voyons dans quelles limites cette théorie peut être vraie.

Il nous est impossible de vérifier par les faits cette théorie, *quand il s'agit de l'or*, parce qu'il n'existe pas de pays civilisé qui ne communique pas pour cette marchandise, avec le reste du monde. Mais la théorie est générale, elle s'applique à toutes sortes de monnaies (ou mieux de numéraire). Or, quand un pays a de la monnaie de papier il est réellement isolé du reste du monde quant à sa monnaie. Et l'on observe alors que, TOUTES CHOSES DEMEURANT ÉGALES D'AILLEURS, les prix haussent quand les émissions augmentent, ils baissent quand elles diminuent.

Nos équations représentent parfaitement le phénomène. Elles nous font voir que, l'équilibre étant établi, il ne sera pas troublé si *tous* les prix sont multipliés, ou divisés, par le même nombre.

Nous avons ici une conception semblable à celle des surfaces d'équilibre en mécanique.

L'équilibre économique étant établi, supposons que les différents prix représentent les côtes des lignes de niveau d'une certaine surface qui sera dite d'équilibre. Dans le cas hypothétique que nous considérons, toute surface ayant ses ordonnées proportionnelles à celles de la surface primitive est une surface d'équilibre.

Mais en réalité, tous les prix ne peuvent pas varier proportionnellement. Certains demeurent fixes nominalement, car ils résultent de contrats antérieurs aux variations du stock monétaire. Cela altère tout l'équilibre et déforme les surfaces que nous avions trouvées précédemment. On

(*) Dans le *Giornale degli Economisti*, Roma.

Digitized by Google

peut considérer ces nouvelles formes comme une seconde approximation. en supposant que les premières formes donnent la première approximation.

10. Maintenant supposons que le pays X communique avec le reste du monde pour l'échange de certaines marchandises, parmi lesquelles est compris l'or. L'équilibre étant supposé établi, nous le troublerons par l'addition ou la soustraction d'une petite quantité d'or.

Comme en mécanique, nous considérerons des mouvements virtuels qui, composés ensemble, donnent le mouvement réel.

L'addition (ou la soustraction) d'une petite quantité d'or va d'abord provoquer l'établissement d'un nouvel équilibre, défini au paragraphe précédent. Ici, parmi les marchandises dont le prix demeure constant, il faut compter celles qui sont importées de l'étranger. On suppose, pour un moment, que X étant un seul pays et Y le reste du monde, les petites variations de la demande de A ne produisent que des variations insignifiantes sur les prix des marchandises que Y importe en X. Mais ensuite on pourra, si on le veut, tenir compte de ces variations mêmes.

Pour simplifier le problème, nous supposerons que les *degrés finals d'utilité* ont une forme spéciale dans le petit intervalle considéré. Ici encore on pourra tenir compte des vraies formes par des corrections, en seconde approximation.

Tout cela étant supposé, nos équations nous font voir qu'une nouvelle position d'équilibre *virtuel* s'obtient en modifiant comme il suit les quantités qui figurent dans ces équations :

1° Les prix des marchandises produites dans le pays X, et ceux des services producteurs (exception faite pour la monnaie) sont tous multipliés par un même nombre x.

2° Les quantités de marchandises importées de l'étranger sont multipliées par ce même nombre x. On suppose qu'il s'agit de marchandises destinées à la consommation. Pour les matières premières, il faut faire le calcul en tenant compte des prix des produits consommables.

3° Enfin, la quantité de monnaie qu'emploiera le pays se trouvera être égale à celle qu'il avait avant d'être multipliée par x.

Ceci est déjà, en gros, en harmonie avec les faits. Quand un pays reçoit, par exemple à cause d'un emprunt, une forte quantité d'or, les prix des marchandises produites dans le pays augmentent, et l'importation des marchandises étrangères augmente aussi. Le fait est bien connu et a été souvent vérifié. Or, augmenter le stock monétaire revient à supposer x plus grand que 1 et alors les autres effets notés se déduisent de ce que nous venons d'établir.

11. Mais ceci n'est encore qu'un équilibre fictif, auquel il faut faire des corrections pour obtenir l'équilibre réel.

Digitized by Google

Puisque les prix des marchandises produites dans le pays ont augmenté, l'exportation de ces marchandises en général, et toutes choses demeurant égales d'ailleurs, diminuera. Le pays recevra moins d'or de l'étranger de ce chef. Il en payera plus pour ses importations, puisque nous avons vu qu'elles avaient augmenté. Ainsi donc, en ajoutant une certaine quantité d'or au stock d'un pays on provoque des effets qui tendent à faire sortir cet or. Au contraire en enlevant une certaine quantité d'or du stock du pays on provoque des effets qui tendent à faire rentrer l'or. De la sorte l'équilibre fictif considéré ne se maintiendra pas, et l'on reviendra à l'équilibre primitif. Celui-ci est donc un équilibre stable, c'est-à-dire que si on le trouble il se développe des forces qui tendent à le rétablir. C'est un phénomène de ce genre qui a été observé en Angleterre et en Écosse, et que les banquiers ont exprimé pratiquement en disant qu'on ne pouvait pas maintenir en circulation une somme de billets de banque supérieure à celle dont le marché avait besoin.

On reviendra à l'équilibre primitif par une série de mouvements qui correspondent assez bien à des corrections successives apportées à l'équilibre fictif considéré.

12. Parmi ces séries de corrections, il en est une qui se rapporte au service de la monnaie, comme *medium* des échanges. Ces corrections ont pour effets d'augmenter dans le cas d'une exportation d'or, et de diminuer dans le cas contraire.

Nos formules nous représentent ainsi les phénomènes des crises économiques si bien connus depuis les admirables travaux de M. Clément Juglar. L'augmentation des escomptes des banques a *tout d'abord* un effet entièrement semblable à celui d'une augmentation du stock monétaire. Il s'établit un équilibre qui ressemble à celui fictif, que nous donnent nos formules. Les prix des marchandises produites dans le pays augmentent, les importations augmentent aussi. Mais bientôt se produisent des réactions que nos formules nous indiquent sous la forme de correction cet équilibre; mais le manque d'espace nous oblige à supprimer ces détails.

12. Parmi les services producteurs figure celui de la monnaie, en tant qu'elle sert de *medium* aux échanges. Or, nos formules nous disent que le prix de ce service augmentera par une exportation et diminuera par une importation d'or ; c'est-à-dire que nos formules nous représentent le phénomène des variations du taux de l'escompte de la Banque d'Angleterre. Les banquiers savent pratiquement qu'il ne dépend pas de la Banque de fixer arbitrairement ce taux. On finit par revenir à l'équilibre primitif, sauf les changements qu'apporte dans le cours des années le progrès économique.

Digitized by Google

13. Nous avons vu qu'une soustraction d'or du stock monétaire du pays fait diminuer les prix des produits nationaux. Les producteurs, qui souffrent de cet état de choses, demandent alors au gouvernement de leur venir en aide, et il se trouve des gouvernements qui les écoutent et qui émettent du papier-monnaie.

Nos formules nous disent qu'il faut alors diviser le phénomène en deux parties :

1° Pendant que le papier-monnaie circule avec l'or, la monnaie métallique ne peut pas faire prime. Les émissions de papier-monnaie empêchent la baisse des produits nationaux et la diminution des importations étrangères, c'est-à-dire qu'elles empêchent d'agir les forces qui devaient rétablir l'équilibre. Si les mêmes causes qui ont commencé à produire l'exportation de l'or continuent à agir on s'éloignera donc de plus en plus de l'état économique primitif.

2° A cette première période doit ainsi en succéder une autre, dans laquelle tout l'or a disparu de la circulation. C'est, en effet, ce que l'on observe, et ici encore, l'accord entre les résultats des formules et des faits est entier.

Quand toute la circulation du pays consiste en papier, on ne peut plus exporter d'or. Alors a lieu la baisse, qu'on voulait éviter, des produits du pays. On revient précisément à l'état d'équilibre étudié pour le cas d'un pays à circulation métallique, la forme seulement est différente. Les prix s'évaluent dans un numéraire conventionnel (papier monnaie) et la baisse des prix est mesurée par la perte que fait ce papier par rapport à l'or.

14. La considération des payements à faire à l'étranger en monnaie métallique vient encore modifier l'état d'équilibre. Et nos formules nous permettent de tenir compte de cette circonstance.

15. On pourrait demander quelle est l'utilité de principes qui nous conduisent à des résultats en partie au moins, déjà connus par la pratique. Mais alors autant vaudrait demander quelle était l'utilité de l'hypothèse de la gravitation universelle par laquelle Newton a reproduit les résultats déjà obtenus par Kepler. Le but de la science est précisément de relier un grand nombre de faits par le moindre nombre de principes possibles. Et c'est l'accord avec l'expérience des résultats déduits de ces principes qui donne créance à ceux-ci.

N'est-il pas singulier qu'en partant d'un principe aussi abstrait que celui du degré final d'utilité, on soit conduit par des déductions mathématiques à prévoir une foule de faits, tels que ceux qui se produisent dans les crises économiques, que l'expérience vérifie entièrement ? Et ne doit-on pas voir en cela quelque chose de plus qu'une coïncidence fortuite ?

L'accord des résultats de nos formules avec les faits que nous pouvons

Digitized by Google

vérifier expérimentalement rend très probable que les autres résultats qui, par leur nature, échappent à cette vérification, sont aussi conformes à la réalité. Et c'est là un point capital, car ces résultats sont nombreux et importants.

16. Nous finirons en notant que les nouvelles théories économiques n'ont nullement la prétention de se substituer aux anciennes, mais qu'elles s'y ajoutent seulement pour éclaircir certains points de la science où leur emploi est utile, et parfois indispensable. Le physiologue ne prétend nullement se substituer au médecin, le philologue à l'écrivain. L'art économique, l'économie pratique, ont et auront toujours une grande importance. Mais à côté se développe une science théorique dont il est bon de tenir compte. Cette science ne fait que de naître et a déjà de nombreux adeptes, dont le nombre croît chaque jour. Mon but a été seulement de donner une idée de sa méthode. D'autres sauront en tirer le meilleur parti possible.

NOTES MATHÉMATIQUES DE LA THÉORIE DES CHANGES ÉTRANGERS

NOTATIONS

Il est bon de commencer par résumer les notations qui seront employées.

	PRODUITS	CAPITAUX
Biens économiques, produits et capitaux	A, B,...	S, T,...
Prix des produits et des services des capitaux.	p_a, p_b,...	p_s, p_t,...
Ces prix sont exprimés en une marchandise quelconque ; si cette marchandise est A, les prix sont.	1, p_b,...	p_s, p_t...
Quantités des biens économiques et des services des capitaux, possédés par l'individu (1) avant l'établissement de l'équilibre économique	q_{1a}, q_{1b},...	q_{1s}, q_{1t},...
Quantités après, c'est-à-dire quand l'équilibre est établi	$q_{1a}+r_{1a}$, $q_{1b}+r_{1b}$,	$q_{1s}+r_{1s}$, $q_{1t}+r_{1t}$.
En général, pour un individu quelconque, ces quantités seront exprimées par.	q_a+r_a, q_b+r_b,...	q_s+r_s, q_t+r_t,...
Les quantités transformées sont donc.	r_a, r_b,...	r_s, r_t,...
Les degrés finals d'utilité seront exprimés, pour l'individu (1), par	$\varphi_{1a}(r_{1a})$, $\varphi_{1a}(r_{1b})$,...	$\varphi_{1s}(r_{1s})$, $\varphi_{1t}(r_{1t})$,...
et en général par.	$\varphi_a(r_a)$, $\varphi_b(r_b)$...	$\varphi_s(r_s)$, $\varphi_t(r_t)$,...
ou même simplement par.	φ_a, φ_b,...	φ_s, φ_t,...

Digitized by Google

	PRODUITS	CAPITAUX
Quantités totales des biens économiques transformés pour toute la société . . .	$R_a, R_b, \ldots$	$R_s, R_t, \ldots$
Quantité des services des capitaux qu'on emploie pour fabriquer l'unité de A		$a_s, a_t, \ldots$
Pour fabriquer de B		$b_s, b_t, \ldots$
	. . . . .	. . . . .
Nombre des produits et des capitaux.	m	n
Nombre des individus	0	

---

[6]. — Les équations générales de l'équilibre sont les suivantes :

1° Les équations qui expriment que chaque individu continue ses échanges jusqu'au point où ce qu'il cède serait plus utile pour lui que ce qu'il reçoit

$$\frac{1}{p_a}\varphi_a(r_a) = \frac{1}{p_b}\varphi_b(r_b) = \frac{1}{p_c}\varphi_c(r_c) = \ldots \tag{1}$$

L'équation qui exprime la balance des dépenses et des recettes

$$p_a r_a + p_b r_b + \ldots - p_s r_s - \ldots = 0. \tag{1 bis}$$

2° Les équations qui expriment que les capitaux se portent vers les industries qui donnent des bénéfices exceptionnels, et se retirent de celles qui donnent des pertes, jusqu'à ce que le prix de vente soit égal au prix de revient

$$\left\{\begin{array}{l} p_a = a_s p_s + a_t p_t + \ldots \\ p_b = b_s p_s + b_t p_t + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. \tag{2}$$

3° Les équations qui expriment que les quantités employées de services producteurs sont celles achetées sur le marché

$$\left\{\begin{array}{l} R_s = a_s R_a + b_s R_b + \ldots \\ R_t = a_t R_a + b_t R_b + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. \tag{3}$$

4° Enfin on a par définition :

$$\left\{\begin{array}{l} R_a = r_{1a} + r_{2a} + \ldots \\ R_b = r_{1b} + r_{2b} + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \\ R_s = r_{1s} + r_{2s} + \ldots \\ R_t = r_{1t} + r_{2t} + \ldots \\ \ldots\ldots\ldots\ldots \end{array}\right. \tag{4}$$

Les équations (1), (1 *bis*), (2), (3) ne sont pas toutes distinctes; car si l'on somme les (1 *bis*) on a :

$$p_a R_a + p_b R_b + \ldots = 0 \tag{1 ter}$$

Digitized by Google

D'autre côté, en multipliant la première des (3) par p_s, la seconde par p_t etc., et sommant on a , en tenant compte de (2), précisément la même équation que nous venons de trouver. Il y a donc une équation qui est conséquence des autre et l'on doit supprimer une de ces équations. On peut par exemple supprimer la première des (2).

[8]. — Considérons deux marchés fermés X et Y. L'équilibre s'établit indépendamment sur chacun d'eux.

Supposons maintenant que ces marchés communiquent pour des marchandises B... qu'on importe en X, et pour des marchandises C... qu'on exporte de X. Un nouvel équilibre s'établira. La quantité $\mathcal{R}_b$ consommée en X se compose de la quantité fabriquée en X, R_b, et de l'importation R'_b; La quantité R_c est de même égale à la quantité fabriquée $\mathcal{R}_c$ moins l'exportation R'_c, on a donc

$$\mathcal{R}_b = R_b + R'_b$$
$$\cdots\cdots\cdots$$
$$\mathcal{R}_c = R_c - R'_c$$
$$\cdots\cdots\cdots$$

Si h est le nombre des marchandises importées et k celui des marchandises exportées, on a ainsi $h + k$ nouvelles inconnues; pour les déterminer il faut donc avoir un nombre égal d'équations à ajouter à celles que nous avons déjà.

Ces équations sont celles qui indiquent les relations entre les prix sur les deux marchés des marchandises pour lesquelles ils communiquent.

Si nous laissons sans accents les quantités qui se rapportent à X, et que nous accentuions celles qui se rapportent à Y, nous aurons :

$$(5)\qquad \left\{\begin{array}{l} p_b = p'_b + \alpha_b p_m + \pi_b \\ \cdots\cdots\cdots \\ p'_c = p_c + \alpha_c p_m + \pi_c \\ \cdots\cdots\cdots \end{array}\right.$$

où : $\alpha_b, \ldots \alpha_c, \ldots$ sont les quantités de service de la monnaie nécessaire pendant l'unité de temps pour faire le commerce de l'unité de B, ... C, ... et $\pi_b, \ldots \pi_c, \ldots$ sont les frais de transport, assurance, etc., toujours pour l'unité de marchandise.

Pour que l'équilibre existe, il faut que ce que l'un des pays dépense soit égal à ce qu'il reçoit.

$$(6)\qquad \ldots p_c R'_c + \ldots - p_b R'_b \ldots = 0.$$

Il y a deux manières de satisfaire à cette équation :

1° Si les deux marchés ne communiquent pas pour la monnaie (par exemple, l'un a le papier-monnaie, l'autre la monnaie métallique). C'est le prix de la monnaie de X, exprimé en monnaie de Y, qui devient la nouvelle inconnue, laquelle est déterminée par l'équation (6).

2° Si les marchés communiquent pour la monnaie, alors le prix sur le marché X est déterminé par une des équations (5) en fonction du prix sur le marché Y. En ce cas, si le premier membre de (6) est positif, il indique une importation d'or en X, qui continuera jusqu'à ce que l'équilibre soit établi. La nouvelle inconnue est donc ici la quantité totale d'or qui existe comme monnaie en X.

Digitized by Google

On pouvait se donner les quantités de monnaie existant dans chaque marché quand ils ne communiquaient pas pour la monnaie. On ne peut plus se donner que la somme totale existant sur les deux marchés quand ils communiquent pour la monnaie. L'équation (6) détermine alors comment cette somme se répartit entre les deux marchés.

[9]. — Quand un marché est fermé, son équilibre économique est donné par les équations (1), (1 *bis*), (2) et (3).

Si l'on multiplie *tous* les prix par x, ces formules subsistent encore. L'équilibre n'est donc pas troublé.

Il faut observer pourtant que si l'on prend en considération l'emploi industriel de l'or, parmi les équations (1), il s'en trouvera une où, A étant l'or, on aura seulement φ_a, c'est-à-dire :

$$\varphi_a = \frac{1}{p_b}\varphi_b = \ldots = \frac{1}{p_m}\varphi_m = \ldots$$

pour que ces équations subsistent, il faut donc que ce soit φ_a qui soit multiplié par x. Si le degré final d'utilité ne varie pas précisément de la sorte, il y aura une correction à faire de ce chef.

[10]. — Si dans les équations (1) on suppose qu'une certaine partie des p soient multipliés par x, et que quand ce n'est pas p qui est multiplié par x, ce soit φ qui est divisé par cette quantité, les équations (1) subsisteront encore. Si pour les marchandises dont les prix ne sont pas multipliés par x on a :

$$\varphi(r) = \frac{\mathcal{L}}{r}$$

on aura :

$$\frac{1}{x}\varphi(r) = \frac{\mathcal{L}}{rx};$$

c'est-à-dire que r se trouvera multiplié par x. Alors l'équation (2) se vérifie aussi, car chacun de ses termes se trouve multiplié par x, les uns à cause de p, les autres à cause de r.

Pour la monnaie, considérée comme donnant des services producteurs, ce n'est pas le prix p_m, c'est la quantité r_m, qui est multipliée par x, et cela par hypothèse, puisque nous avons supposé qu'on ajoutait (ou qu'on ôtait) une certaine somme.

Il faut observer que dans les formules (2), a_m sera aussi multiplié par x, car la monnaie ayant un pouvoir moindre d'achat, il en faut de plus, exactement dans la moindre proportion, pour les mêmes services. Tous les p (sauf p_m) étant aussi, dans ces formules, multipliés par x, ces formules subsistent encore, car l'opération indiquée revient ainsi à multiplier par x les équations elles-mêmes.

Les r (ou R) multipliés par x ne figurent pas dans les formules (3), car ce sont les r qui se rapportent aux marchandises importées de l'étranger, tandis que les r de (3) se rapportent aux marchandises produites dans le pays. Ainsi les formules (3) subsistent donc sans changement.

Pour simplifier, nous supposons que X ne produise pas les marchandises qu'il importe. Il serait facile de tenir compte de la fabrication de ces marchandises si elle existait.

Nous voyons que, dans les circonstances indiquées, les formules d'équilibre (1), (1 *bis*), (2) et (3) subsistent encore après l'opération qu'on leur a fait subir.

Digitized by Google

Cette opération consiste à multiplier par x : 1° le stock monétaire ; 2° les prix des marchandises produites en X ; 3° les prix des services producteurs en X ; 4° les quantités de marchandises importées en X, et qu'on n'y produit pas. L'équilibre subsistera donc après cette opération, s'il ne vient pas à être troublé par une exportation d'or à l'étranger.

[11]. — Mais, si les marchés communiquent pour la monnaie, cette exportation se produira parce que l'équation (6) cessera d'être satisfaite. Pour qu'elle le fût, il faudrait que l'étranger continuât à prendre les mêmes quantités de marchandises aux nouveaux prix (*). Alors tous les termes de (6) seraient multipliés par x, les uns à cause de p, les autres à cause de r. Mais les quantités de marchandises demandées par l'étranger changeront, en général. C'est un fait d'expérience, que l'on déduit au reste des formules (1), que quand le prix augmente la demande diminue et *vice versa*. L'équilibre fictif que nous avons considéré ne pourra donc pas subsister, car l'équation (6) cessera d'être satisfaite par le fait de la diminution des exportations.

On démontre que les équations que nous avons posées pour l'équilibre sont en nombre égal à celui des inconnues. Elles les déterminent donc complètement. Pour satisfaire ces équations on devra donc revenir aux valeurs primitives des inconnues, c'est-à-dire à l'équilibre primitif. Il est intéressant de voir par quel chemin on y arrivera. Pour cela nous introduirons des corrections successives à l'équilibre fictif considéré.

M. Arsène DUMONT

à La Cambe (Calvados).

LA CIVILISATION SCIENTIFIQUE EN FRANCE

— Séance du 10 août 1894 —

Depuis la Révolution française, déterminée par des embarras financiers et la difficulté de nourrir le peuple, les gouvernements et la nation, appliquant leur effort au besoin le plus pressant, ont pris pour principal objet le développement économique. Le succès a dépassé les espérances puisque, dès à présent, les subsistances sont produites en quantité suffisante pour faire face aux besoins de la population.

En même temps, et comme conséquence de cet accroissement des richesses, s'est produite leur formidable accumulation dans quelques

(*) On néglige les variations des prix des marchandises produites en Y et importées en X. Quand X est un seul pays, et Y le reste du monde, ces variations sont peu sensibles.

Digitized by Google

mains et une inégalité dans leur répartition dont aucune époque n'avait fourni d'exemple. D'autre part, le génie de quelques savants, bien que travaillant avec des moyens insuffisants et seulement sur un très petit nombre de points de l'Europe occidentale, a fait faire à toutes les sciences des pas de géant. Et pour que soit complet le parallélisme entre le processus économique et le processus intellectuel, de même que la surabondance des biens de toute nature n'empêche pas des millions de citoyens de vivre dans la misère, l'éclatante lumière dans laquelle se meut l'élite cultivée n'empêche pas que des millions de Français soient plongés dans les ténèbres au point de ne savoir pas lire leur langue. Des millions d'autres n'ont qu'une instruction primaire; des millions y joignent à peine quelques notions générales dépourvues de précision ou d'étendue. Il est sans doute fort exagéré d'évaluer à cinq cent mille le nombre d'habitants de la France, hommes ou femmes, jeunes gens ou jeunes filles, qui s'intéressent même superficiellement au progrès scientifique. L'Association française ne compte pas un Français sur dix mille et les diverses revues qui ont pour objet de faire connaître le mouvement scientifique n'ont certes pas ensemble quarante mille abonnés, c'est-à-dire un pour mille habitants.

L'atmosphère échauffée de Paris fait illusion à ceux qui n'en sortent jamais pour longtemps ; mais les provinces et spécialement les campagnes restent inertes et glacées. La masse reçoit par les journaux la nouvelle des résultats pratiques et tangibles, sans comprendre comment ils ont été acquis, comment on pourrait en acquérir d'autres, sans rien désirer à cet égard, sans se douter des avantages énormes que chacun en pourrait retirer et surtout sans songer qu'un moyen sûr et simple de se les procurer consiste à augmenter le budget de la culture scientifique. Elle profite ainsi des progrès matériels en restant étrangère à l'œuvre d'intelligence, à peu près comme les animaux qui se chauffent au feu, sans jamais aller jusqu'à l'entretenir.

Un tel état de choses ayant toujours existé semblera par cela seul pouvoir se perpétuer sans péril. Ce serait une grave erreur.

La valeur d'une civilisation est proportionnelle à la quantité de vérité scientifique qu'elle contient; ses chances de durée sont proportionnelles au nombre des esprits qui y participent. Toutes les civilisations du passé ont péri, d'abord parce qu'elles étaient insuffisamment rationnelles, ensuite parce qu'elles étaient toujours le privilège d'une minorité beaucoup trop faible.

Si la nôtre veut vivre, si elle veut perdre tout effet mauvais et devenir exclusivement bienfaisante, elle doit être: 1° rectifiée et 2° universalisée.

Quel que soit celui de ses éléments que l'on considère, la rectification à faire consistera toujours dans l'élimination progressive de l'arbitraire, dans

Digitized by Google

l'introduction d'une dose de plus en plus grande de raison. La culture des sciences a deux sortes d'effets : les uns, d'ordre matériel, augmentent le pouvoir de l'homme sur la nature ; les autres, d'ordre mental, déterminent une rectitude plus grande de son jugement. Même dans les domaines où la science positive n'a point encore pénétré, comme la morale et la politique ; même dans ceux qui semblent par nature soustraits à son influence, comme l'art et la poésie, les tendances rationnelles, la virilité d'esprit développées par les études scientifiques feront sentir leur action, endigueront les fantaisies du caprice individuel, dont les écarts sont généralement une marque de faiblesse. Dans toutes les sphères du savoir, l'élan de plus en plus ardent, de plus en plus universel vers la découverte du vrai ; la confiance inébranlable dans sa puissance rénovatrice ; la discussion implacable de toute doctrine qui cherche à s'imposer au lieu de se proposer ; le mépris du faux, de l'obscur et du mystérieux : tels seront nécessairement les caractères de la civilisation de l'avenir.

Mais, s'il est nécessaire qu'elle soit rectifiée en ce sens, cela ne suffit pas. Il faut encore qu'elle soit répandue, aussi également que possible, sur tous les points du territoire et dans toutes les cervelles.

En donnant cette direction à ses efforts, la France ne fera rien de plus que travailler consciemment, c'est-à-dire aussi efficacement que possible, à la tâche que le cours naturel des choses vient de lui-même imposer au siècle qui va naître.

Il a fallu près de cent ans pour parvenir à la conquête du pain et de la liberté. L'œuvre dévolue au vingtième siècle est la conquête de l'égalité. Tout en continuant l'œuvre du dix-neuvième, en accumulant les vérités scientifiques et les richesses, il aura pour but spécial la répartition de plus en plus équitable des unes et des autres. A l'aide de l'égalité politique, dès à présent assurée, il s'acheminera graduellement vers l'équivalence de culture esthétique, morale, intellectuelle, et finalement vers l'égalité économique. Au point de vue économiste, qui considère les subsistances comme le but et l'homme comme un simple instrument de production, succédera le point de vue démographique d'où les richesses apparaissent comme le moyen et l'homme comme le but. L'objectif qui s'imposera aux gouvernements tiendra dès lors dans cette formule : avoir le plus d'habitants possible réalisant chacun le plus de valeur possible.

Et ce programme lui-même se divise en deux parties : 1° à l'aide de toutes les lumières que la démographie apporte et peut apporter au sujet, remédier au fléau si complètement inattendu de la dépopulation ; 2° assurer à toute parcelle de territoire, à tout corps et à toute cervelle française son maximum de culture, son maximum de rendement en fait de beauté, de vérité et d'utilité sociale. Du reste, ces deux grandes tâches sont étroitement solidaires et réalisables par les mêmes moyens. Ce qui sert directe-

Digitized by Google

ment à l'une travaille toujours indirectement en faveur de l'autre. Progrès en nombre et progrès en valeur se réaliseront l'un comme l'autre par le progrès de l'égalité.

C'est la différence de niveau en fait de culture et de moyens de jouissance entre les divers points du territoire qui détermine l'émigration rurale et toutes ses mauvaises conséquences. C'est la différence de niveau entre les diverses classes sociales qui détermine l'effort désespéré de l'individu pour s'élever et par suite l'abaissement de la natalité. La diminution des naissances et l'accroissement de l'émigration rurale sont donc, je l'ai maintes fois constaté, les deux effets jumeaux d'une même cause: l'inégalité dans tous les genres et le supplice de l'inégalité en fait, sans cesse avivé par le contraste de l'égalité en droit dès longtemps proclamée par la démocratie. Actuellement, l'individu est obligé de faire pour s'élever des efforts excessifs, trop souvent infructueux, bien qu'épuisants; faites qu'il puisse, au contraire, progresser sur le sol natal, sans dépense exagérée d'énergie et alors il lui restera, son développement personnel une fois assuré, un excès de forces disponibles applicable au développement de la race en nombre.

Dans notre siècle de liberté, de concurrence effrénée et de ploutocratie, tout appel à l'égalité porte ombrage. Il est facile de montrer que ces préjugés sont irréfléchis. Le progrès de l'égalisation bien comprise, c'est-à-dire le relèvement des inférieurs est, en réalité profitable à toutes les classes sociales, aux classes supérieures ou moyennes comme aux autres.

Qu'un poète, un artiste, un savant se trouve obligé de vivre dans un milieu ignorant et grossier, ce sera lui qui souffrira de la différence des niveaux. Qu'un homme bien élevé soit en contact forcé et prolongé avec des êtres vicieux et répugnants de saleté, il sera au supplice et peut-être, s'il n'est énergique, deviendra-t-il leur souffre-douleur. Pour peu que d'heureuses circonstances les convertissent même partiellement à la politesse et à la propreté, ils commenceront à lui accorder plus de respect et d'influence. En fait de qualités mentales, on voit nettement les inconvénients de l'inégalité pour les supérieurs. Rien n'en prouve mieux la réalité que le soin jaloux pris par ceux-ci de s'isoler toutes les fois qu'ils le peuvent, par un fossé aussi large que possible.

Mais, même sous le rapport économique, l'extrême inégalité présente aussi des désagréments pour la classe la plus élevée et le relèvement des inférieurs lui offre de réels avantages. Qu'un riche propriétaire ait ses biens dans une commune à ce point misérable qu'elle soit en majorité composée de mendiants et de voleurs, il vivra fatalement en hostilité avec eux. Il jouira, s'il le peut, du triste plaisir de les mépriser et d'acheter leur servilité à bas prix; mais les bons rapports seront impossibles. Supposons, au contraire, que chaque ménage de ces indi-

Digitized by Google

gents prélève par an la valeur de cent francs seulement en aumônes et en rapines, il est certain qu'une mesure qui leur attribuerait la quantité de terre nécessaire pour fournir ce revenu, amènerait graduellement leur régénération morale; ils commenceraient à épargner, renaîtraient à l'orgueil et à la dignité. En même temps, la sécurité du riche aurait cru proportionnellement à la valeur et au bien-être du pauvre.

C'est une vérité souvent énoncée que plus il y a de petites propriétés, mieux les grandes sont garanties. On oublie d'ajouter qu'elles sont aussi d'autant plus productives. C'est ce phénomène économique, rarement avoué par ceux qui en profitent, qui au lendemain de la Révolution, mit tant d'émigrés en présence de domaines augmentés de revenus bien que diminués en étendue. Aider les pauvres à s'enrichir toutes les fois qu'on le peut, faire monter à la fortune ceux qui ont simplement l'aisance, encourager leurs efforts, voir toujours leurs succès avec sympathie, voilà la meilleure politique que puissent adopter les classes élevées. C'est la seule qui soit en même temps morale, prudente pour elles et bienfaisante pour la société. Il n'est pas impossible qu'elles finissent par le comprendre et avec elles le gouvernement et la nation. Mais ce réveil des sentiments généreux sera lent. L'antipathie pour l'égalité subsistera longtemps, d'abord parce qu'elle commence presque toujours par blesser la vanité, en second lieu parce qu'on comprend en général par là uniquement l'égalité qui abaisse au lieu de l'égalité qui élève, enfin parce que la ploutocratie est encore fort loin d'avoir produit tous ses mauvais effets.

Si le vingtième siècle sauve les nations civilisées et la civilisation en égalisant progressivement la répartition des divers éléments dont elle se compose, ce ne sera pas par l'égalisation des richesses qu'il devra commencer. Ce sera sans doute le couronnement d'un travail de longue durée, ce n'en saurait être le début. Les socialistes, acceptant le champ de bataille choisi par les économistes, s'attaquent tout d'abord sinon exclusivement à l'arbitraire distribution des richesses. C'est prendre le taureau par les cornes. Mais pour qui méconnaît à ce point l'insuffisance de ses forces et la puissance de l'obstacle attaqué, la défaite est certaine.

Tout au contraire, le progrès de l'égalisation devient possible s'il porte d'abord sur la valeur personnelle des citoyens. Il est dès à présent aussi facile qu'avantageux d'organiser le service qui doit assurer l'universalisation de la culture scientifique.

La nation pourvoit actuellement à l'instruction primaire de tous (ou presque tous) les enfants, elle donne l'instruction secondaire et supérieure à qui peut la payer. Il ne s'agit ici ni de modifier ni d'étendre ces divers services, il s'agit de créer une organisation nouvelle, toute différente par son objet comme par sa nature. En effet, la population

Digitized by Google

à instruire n'est pas seulement la population scolaire. Les enfants et les jeunes gens ne sont pas seuls à avoir des besoins intellectuels, les hommes et les femmes de tout âge ont aussi de légitimes curiosités à satisfaire, une ignorance à dissiper aussi préjudiciable à leur valeur personnelle qu'au développement de l'agriculture, du commerce et de l'industrie. Le peuple, dans son ensemble, est encore un grand enfant, génial, puissant, passionné; mais ignorant, doué des facultés les plus hautes et dépourvu des connaissances qui les rendraient fécondes; il faut imaginer à son usage une pédagogie nouvelle, en poser les règles générales et les moyens d'application.

Lors du terrible réveil de 1871, c'est sur tous les points du territoire que fut ressentie la nécessité d'institutions capables de pourvoir à l'éducation et à l'instruction de tous.

Après vingt-cinq années d'attente stérile, si nous sommes enfin las de la république athénienne, corrompue, inconstante et dilettante, il est temps de revenir à la conception de la république scientifique et de préparer son organisation.

C'est dans chacune de nos communes rurales, toutes les fois au moins que son extrême petitesse ne rend pas la chose impossible, que doit être placé le foyer de culture, si l'on veut qu'il soit réellement à la portée de tous les habitants. Il est nécessaire qu'il comprenne une salle de réunion, un musée et une bibliothèque, un directeur logé et rétribué, un conseil de direction et enfin qu'il s'appuie sur un collège d'investigation et de vulgarisation situé dans la ville la plus centrale du département.

Ces collèges forment la base de toute l'institution. Analogues au Collège de France, mais réduits à la partie scientifique, ils pourraient prendre comme lui, dans cette branche particulière, la devise *Omnia docet*. Ils seraient composés de savants chargés d'étudier tous les moyens que les différentes sciences peuvent fournir pour augmenter la valeur du territoire et des habitants. Ni le génie, ni le goût pour la vérité positive ne font défaut en France, et le personnel nécessaire sera facile à recruter dès qu'on voudra le payer. En fait de moyens de recherche, de livres et d'instruments, le strict minimum exigible, c'est tout ce qui existe. En fait de rétribution, une indemnité suffisante pour permettre une existence vouée exclusivement aux travaux intellectuels; mais point de traitement excessif.

La composition des collèges devra varier quelque peu selon les départements. Ils devront toujours comprendre un nombre de chercheurs suffisant pour pouvoir répondre aux questions qui leur seront adressées concernant toutes les parties des sciences exactes et naturelles, notamment la météorologie et la géologie, et les sciences relatives aux industries spéciales du département; la géographie agricole et botanique, l'anthro-

Digitized by Google

pologie, l'ethnographie et la démographie. Ils seront chargés de l'élaboration des statistiques économiques et démographiques, et de la conservation des documents qui s'y rapportent.

En principe, chaque membre des collèges départementaux devra faire deux parts de son année : l'une consacrée à des travaux de laboratoire, l'autre à la vulgarisation, c'est-à-dire à des tournées de conférences et d'inspection dans les communes.

Pour concevoir l'action de l'organisation nouvelle sur chaque profession, prenons comme exemple l'agriculture, la première de toutes par le nombre des citoyens qu'elle fait vivre. C'est un art et non une science ; mais elle se base sur une multitude de données scientifiques connues d'une manière plus ou moins précise et le plus souvent totalement ignorées. Comme son but est l'exploitation des végétaux et des animaux utiles, la destruction de ceux qui sont nuisibles, elle a le plus haut intérêt à connaître les uns et les autres. La chimie, la météorologie, la biologie animale et végétale, la botanique et la zoologie doivent éveiller la curiosité du cultivateur, parce que le plus petit fait dépendant de ces sciences peut devenir pour lui une cause de perte ou de gain. Cet art, tout fait en apparence de routine traditionnelle, est en réalité apparenté aux sciences les plus compliquées. La pratique agricole renferme un grand nombre de recettes qui, bien que trouvées par tâtonnement, sont bonnes et lucratives ; il faut alors chercher les causes de leur valeur afin d'en légitimer et généraliser l'emploi. Dans ce domaine, le travail ne manquera pas pour les membres des collèges d'investigation qui auront cette spécialité, quelque nombreux qu'ils soient, et la vulgarisation ne pourra manquer de passionner les populations rurales.

L'organisation de la vulgarisation, pour obtenir son plus grand effet, doit comprendre quatre moyens d'action : le livre de la bibliothèque, le musée communal, la parole du directeur de l'institut local et enfin, à des intervalles plus ou moins grands, les conférences et les visites des membres du collège départemental.

Un musée des sciences relatives à l'agriculture serait immense, bien qu'il puisse se créer sans frais considérables et peu à peu, par le travail même des habitants. La bibliothèque devra forcément se borner aux ouvrages généraux. Son catalogue gagnera en étendue par des échanges avec les communes voisines. Dans les communes agricoles de l'île de Ré, des bibliothèques coopératives de douze à quinze cents volumes comprennent des ouvrages extrêmement variés. Lus attentivement pendant les veillées, ils forment très fréquemment l'objet des conversations. Ce qui se passe sur ce point de la France pourrait se généraliser.

Mais le moyen sur lequel il faut surtout compter pour éveiller l'intérêt, ce sont les assemblées hebdomadaires. Le directeur de l'institut communal,

Digitized by Google

connaissant à fond la population, ses besoins, ses moyens d'existence, son agriculture et son industrie, s'efforcera d'abord de provoquer l'attention des auditeurs par la lecture des meilleurs et des plus récents articles de revue ayant trait à ces matières. Il en fera le commentaire oral, fera son possible pour qu'ils soient l'objet d'une discussion animée, provoquera les questions, les précisera, les mettra à l'ordre du jour de la réunion suivante. L'idéal auquel il faut arriver, c'est que le peuple interroge ses maîtres, que les ignorants dirigent les travaux des savants. afin que l'auditoire ne soit jamais passif, mais toujours actif. Il faut, par exemple, qu'à une demande faite par un cultivateur sur un sujet technique, trouvée intéressante par l'assemblée et transmise par le directeur local au collège départemental, il soit toujours répondu dans les huit jours d'une manière analogue à celle-ci : Question intéressante, réponse ci-jointe, ou bien : La réponse se trouve dans tel volume, dans tel dictionnaire, ou bien encore : Problème sans solution jusqu'à ce jour, sera mis à l'étude. Souvent les ignorants, comme les enfants, embarrasseront les savants et ce sera la dernière de ces réponses qui devra être envoyée. Mais du moins, ni le directeur de l'institut communal, ni le collège départemental ne manqueront de besogne. On ne doit pas craindre que l'assemblée des habitants manque davantage de curiosité, pourvu qu'au lieu de la rebuter on s'étudie à l'encourager et à la flatter, pourvu que les renseignements donnés soient toujours satisfaisants pour l'esprit et de temps en temps lucratifs. Le dévouement à la vérité et au bien du peuple devra être la règle des supérieurs et le peuple comprendra qu'en fait de considération et de moyens de travail il doit tout à qui le sert si bien.

Pour être populaire, il faut que cette organisation tende toujours à des résultats pratiques. Il faut que chaque citoyen trouve à sa portée les connaissances scientifiques les plus propres à augmenter sa santé et les agréments de sa vie, sa fortune et l'efficacité de son travail sur les objets qu'il veut créer ou transformer, aussi bien qu'à satisfaire la légitime curiosité que peuvent faire naître ses occupations professionnelles. Mais rien d'incertain, d'arbitraire, de sujet à contradiction ne doit entrer dans l'éducation nationale; elle doit se borner rigoureusement, au moins pour longtemps, à l'étude des sciences et à leur vulgarisation.

L'histoire, le droit, les divers systèmes théologiques ou métaphysiques seront bannis des collèges départementaux et resteront à leur place actuelle dans les universités.

Une organisation aussi vaste et aussi nouvelle ne peut manquer de provoquer de puissantes résistances. Mais la vérité scientifique a pour elle cet avantage que ses adversaires ne peuvent avouer ouvertement leur hostilité, ce qui gêne leur action. Tout ce que pourra faire l'obscurantisme sera de se retrancher derrière le prétexte budgétaire.

Digitized by Google

Encore l'objection ne tient-elle pas, étant donné le caractère non seulement spéculatif, mais encore utilitaire de l'institution, et cent ou cent cinquante millions par an, s'ils doivent rapporter deux milliards, sont moins une dépense véritable qu'une simple avance et un placement fort avantageux, même au simple point de vue économique. Or, cette prévision n'a rien d'exagéré, le rendement de la terre à lui seul pouvant aisément devenir double ou triple de ce qu'il est actuellement.

Au point de vue politique et social, l'avènement de la civilisation scientifique est la panacée qui a le don de guérir tous les maux. Ainsi la décentralisation politique et administrative est infiniment désirable; mais pour que ses bienfaits ne soient compensés par aucun inconvénient, elle doit être accompagnée d'un ensemble d'institutions destinées à assurer l'homogénéité mentale de toutes les provinces, de toutes les communes composant le territoire de la République. Il faut toujours se souvenir qu'aujourd'hui encore, principalement dans les départements éloignés de Paris, des millions de Français des deux sexes ignorent la langue nationale. Si cet état de choses paraît sans danger, c'est que ces populations ne prennent point de part active à la vie publique; mais du jour où elles auront assez de confiance en elles-mêmes pour vouloir marcher à leur gré, si la force du mécanisme ne les retient, il faudra qu'il y soit suppléé par l'identité des tendances, sous peine de voir apparaître des divergences trop accusées pour n'être point funestes.

Dans le système circulatoire de la France, le courant d'hommes qui va du centre aux extrémités est beaucoup moins actif que celui qui va des extrémités au centre. La vraie décentralisation consiste non à affaiblir le courant centripète, qui est fort utile, mais à fortifier le courant de retour. Là est la solution démocratique et progressive. La solution inverse ne serait compatible qu'avec l'arrêt de développement et l'obscurantisme. La culture scientifique universalisée, en permettant aux individus d'acquérir tout leur développement intellectuel sur le sol où ils sont nés ou d'y revenir sans être glacés de torpeur et dépaysés, est le seul moyen efficace d'arrêter la dépopulation.

En somme, elle triplera la richesse nationale, la valeur des individus et de la terre, la force offensive et défensive de l'État, décuplera la sécrétion de vérité, placera la nation à la tête des nations civilisées, imposera sa langue comme langue scientifique universelle; enfin, en atténuant l'inégalité intellectuelle, elle diminuera fatalement l'inégalité économique et fournira la seule solution pacifique du problème social.

Un unique obstacle s'oppose à ce que nous récoltions tous ces fruits : il n'y a pas dans la nation assez d'intelligence pour comprendre tous les avantages de la supériorité intellectuelle.

Digitized by Google

M. MALVEZIN

Directeur de la Société filologique française, à Paris.

LA RÉFORME ORTOGRAFIQUE

— Séance du 13 août 1894 —

Vous conaissez, Messieurs, la question de la réforme ortografique ; èle est à l'ordre du jour, dans l'université et dans la presse, depuis quelques années. Et vous savez que notre projet, modéré, raisoné, tend simplement à suprimer les contradictions et les bizareries, à établir des règles fixes, et qu'il ne défigure point la langue, contrairement à celui des fonétistes, dont la presse et le public ont d'ailleurs fait justice.

Je n'aurai donc pas besoin de vous faire un long dévelopement de nos réformes ; il me sufira de vous doner les motifs de quelques unes, pour vous montrer que la Société a sérieusement étudié chacune d'èles et qu'èle a aporté la plus grande modération et la plus grande sagesse dans tout son travail.

La principale réforme que nous avons cru devoir opérer est le dédoublement des consones ou, pour mieus dire, le retranchement des consones inutiles.

L'Académie écrit, avec un seul *g*, *agrandir*, rendre grand, et èle en met deus à « *aggraver* », rendre grave. Il est vrai que le latin a *aggravare* et qu'il n'a pas le corespondant de *agrandir* ; mais l'Académie ne tient pas compte, dans *agréger*, *agresseur*, des deus *g* de *aggregare* et *aggressor*. Pourquoi l'étimologie pure d'un côté et pas de l'autre ?

L'Académie écrit aussi, avec un *l*, *alourdir*, rendre lourd, et, avec deus, *allonger*, rendre long, et cependant le latin n'a pas plus *allongare* que le corespondant de *alourdir;* etc., etc.

Il faut une règle, et nous fixons ainsi cète règle : Toutes les fois que le *d* de *ad*, ayant fait mutation avec une autre consone, ne se prononce pas, il doit tomber. Ainsi, nous demandons que l'on écrive *acabler*, *afaiblir*, *agraver*, *alonger*, *aporter*, *aranger*, *atacher*, etc., ne réservant que *assainir* et les analogues, où l'*s* simple pourrait devenir doux et changer la prononciation.

L'Académie double l'*n* dans *donner*, de *donare*, tout en respectant l'étimologie dans *donation*, de *donatio*. Ele se contredit aussi dans *sonore*,

Digitized by Google

où èle ne met qu'un des *n* de *sonner*, et particulièrement dans *résoner* et *dissoner*, qui sont le même mot que *sonner* avec afixes. Ele écrit, avec *n* double, *camionnage*, de *camionner*, et, avec *n* simple, *patronage*, de *patronner*.

Ici, également, nous fixons la règle de la consone simple : *doner*, *soner*, *patroner*, etc. Et nous faisons pareil retranchement dans les autres séries de mots à double consone, et pareille régularisation dans les verbes en *eler* et en *eter*.

Nous établissons la règle fixe de la formation du féminin par un *e* muet, sans doublement : *paysane*, de *paysan* ; *chate*, de *chat* ; *actuèle*, de *actuel* ; *parisiène*, de *parisien* ; *cadète*, de *cadet* ; *fole*, de *fol* ou *fou* ; *bone*, de *bon* ; *sote*, de *sot*, etc.

Nous fixons aussi la règle de la formation du pluriel par une *s*, à l'exclusion de l'*x*, cète dernière lètre étant d'ailleurs fautive, et nous écrivons : *des bijous*, *des caillous*, *des chous*, avec d'autant plus de raison que l'Académie admet *des clous*, *des fous*.

Nous écrivons aussi avec *s*, *jalous*, etc., puisque *jalouse*, *jalousie*, étendant l'*s* aus mots en *eus* : *amoureus*, *capricieus*, puisque *amoureuse*, *capricieuse*, et *amoureusement*, *capricieusement*.

L'*f* tenant aujourd'hui la place du *ph* dans *fantaisie*, *fantôme*, *frénésie*, *fiole*, *flegme*, etc., nous faisons la même substitution dans tous les autres mots à *ph*, notamment dans ceus en *graphe* (*biographe*, *autographe* et autres), dont la seconde partie peut d'autant mieus être *grafe* que nous avons, de la même racine, *agrafe*, *grèfe* et *grife*. Le φ n'était, d'ailleurs, qu'un caractère simple, et, s'il a eu jadis une prononciation diférente de l'*f* latin, prononciation qui dona motif aus Romains de le traduire par le digrame *ph*, cète raison, qui n'a pas toujours existé dans la latinité (car il n'est pas rare de trouver, à partir du deusième siècle, ce digrame remplacé par *f*), existe encore moins de nos jours pour notre langue, et il convient d'étendre la simplification opérée dans *fantaisie*, *fantôme*, *frénésie*, etc., à tous les autres mots, à l'imitation, du reste, des langues sœurs l'espagnol et l'italien, où l'*f* a remplacé le *ph* partout. Donc : 1° *alfabet*, *apostrofe*, *afte*, *autografe*, *biografe*, etc.

Nous remplaçons également l'*y* par l'*i*. Depuis 1762, l'Académie écrit *asile* et *chimie*, au lieu de *asyle* et *chymie*, et depuis 1798, èle écrit *abîme* et non *abyme*. A cète dernière époque, èle écrivait aussi, avec *i* pour *y*, *anonime*, etc. Il convient donc de faire la même simplification, dans tous les mots à *y*, sauf dans les cas où cète lètre compte pour deus *i* (come dans *moyen*, *payer*) et sauf aussi, à la rigueur, dans le petit mot quèle forme *(y aler*, *y porter)*, pour ne pas choquer l'œil par le défigurement complet du petit mot. Donc : *anonime*, *cicle*, *mistère*, *sistème*, *tiran*, etc.

Nous suprimons l'*h* du *th* partout où il subsiste, puisque, depuis 1740,

Digitized by Google

l'Académie écrit *trône* pour *thrône*, et que, depuis 1878, èle écrit *phtisie* pour *phthisie*. Cète réforme a été faite, d'ailleurs et depuis longtemps déjà, dans les langues sœurs, l'espagnol et l'italien.

L'*h* du *ch* venant du χ ayant disparu depuis longtemps de *école* et de ses dérivés, ainsi que de *caractère*, *carte*, *caméléon*, *corde*, *estomac*, *estomacal*, *mécanique*, *monacal*, *mélancolie* et autres mots, nous suprimons cet *h* dans les mots où il est suivi d'une consone *(cronique*, *tecnique*, pour *chronique*, *technique)*, et nous écrivons également sans cète lètre, *colère*, puisqu'èle n'est pas employée dans la seconde partie de *mélancolie* ni dans *colère*, qui ont la même origine (χολή, bile). Confrontez tous les mots corespondants de l'espagnol et de l'italien, où l'*h* n'existe plus. Il va sans dire, cependant, que nous conservons intacts : *archiduc*, *architecte* et les analogues, ainsi que *chœur*, pour éviter sa confusion avec *cœur*.

Voilà, Messieurs, les réformes que nous demandons. Nous vous prions de vouloir bien y adhérer et nous seconder dans notre but, qui est de faciliter, aus étrangers aussi bien qu'à nos élèves, l'étude de la langue française.

L'Académie n'accepte qu'une partie insignifiante de ces réformes, disant qu'èle doit se borner à consacrer l'usage ; mais nous avons nos journaus et nos livres, et nous pouvons provoquer et répandre l'usage, et obliger l'Académie, si souveraine qu'èle soit, à sanctioner nos simplifications.

J'ai, Messieurs, la confiance que vous voudrez bien employer ces simplifications, dans vos œuvres respectives, et prêter ainsi votre précieus et puissant concours à la Société, dans l'intérêt de la langue nationale, dans l'intérêt de la patrie.

M. le Dr F. BOE

à Paris.

DE L'INCOMPATIBILITÉ DES CONCOURS ET DES CONGRÈS

— Séance du 14 août 1894 —

Le naïf législateur qui a institué les concours à tous les emplois publics n'a certainement pas vu qu'il supprimait la liberté scientifique sans laquelle il n'y a pas de congrès possible. Il n'a pas pensé que la science était toujours jeune et qu'elle devait être libre ; il n'a pas fait la remarque

Digitized by Google

qu'il était immoral de faire juger des hommes jeunes qui travaillaient par des hommes plus âgés qui avaient pu travailler sans doute, mais qui devaient être toujours prêts à penser que la science s'était arrêtée au point où ils avaient pu s'arrêter eux-mêmes.

Du jour où les concours furent établis, on ne tarda pas à croire que le plus sûr moyen d'acquérir l'estime du public était encore d'abdiquer son libre arbitre et qu'il valait mieux servir les intérêts de quelques personnalités que la science elle-même. Ce procédé parut le plus pratique pour arriver à obtenir des titres de noblesse, des titres professionnels ayant sur des titres scientifiques l'immense supériorité, aux yeux du vulgaire, de n'être pas discutables; ces titres signifieraient que l'on appartenait à une savante corporation. Ainsi le législateur, aristocrate sans le savoir, en créant les concours, créa en même temps des corporations, des castes cent fois plus funestes à la culture morale et intellectuelle du pays que celles qu'il venait de détruire.

Tant que les concours ne seront pas supprimés, les corporations existeront; soutenues par l'État elles paralyseront l'esprit d'initiative des individualités, l'esprit véritablement démocratique, véritablement scientifique.

Fait curieux et qui démontre bien la toute-puissance des corporations; après la guerre de 1870, on a dépensé des sommes énormes, en France, pour l'instruction publique; on a élevé partout des palais scolaires; on a créé à grands frais des laboratoires; personne n'a attaqué les concours; les corporations les ont maintenus par un tacite accord.

Le premier devoir d'un gouvernement réparateur aurait dû être précisément de faire perdre cet esprit de corporation créé par les concours dans toutes les branches de la science, cet esprit routinier, principale cause de désastres sans nom; on a frappé à côté; la réforme capitale, la réforme la plus urgente après vingt-quatre ans d'un régime qui se prétend démocratique, attend encore son heure.

J'ai peine à croire que les concours aient été plus funestes aux autres sciences qu'aux sciences médicales; l'état d'esprit qu'ils y ont créé est déplorable.

Le jeune étudiant en médecine ne pense qu'à avoir des pistons: le terme est consacré par l'usage; pour lui, le concours n'est que le favoritisme légalisé; il ne cherche pas un maître qui l'instruise, il cherche surtout de bons appuis, et ses maîtres se divisent à ses yeux en deux classes: les bons et les mauvais pistons.

L'étudiant en médecine travailleur rêve de devenir externe puis interne des hôpitaux; il suit des conférences, compulse les mémoires, lit surtout les conclusions; il est perdu si son esprit chercheur l'engage à voir dans le corps du travail comment ces conclusions ont été amenées; il n'a pas le temps de lire tout; à la fin de la semaine, il n'aurait pas vu toutes les

Digitized by Google

matières inscrites au programme ; il met dans son esprit des *cadres fictifs de maladies* ; il synthétise tout ; fréquemment il met sa montre devant lui, il s'apprend à faire des questions de cinq ou de dix minutes ; s'il faut un temps plus long, il se met devant sa glace ; jour et nuit, il fait des efforts de mémoire inouïs et laisse tout le temps reposer son sens critique et sa raison.

Ces épreuves de l'externat et de l'internat des hôpitaux sont faites, personne ne le contestera, pour donner la victoire aux esprits superficiels et leur fournir un blason d'aristocratie médicale ; ce sont ces épreuves qui, par une première et déplorable sélection, ont amené la décadence des études médicales dans notre pays ; lorsqu'on voudra les relever, il faudra commencer par démolir les *bizarres pendules de l'Assistance publique.*

Le titre d'interne des hôpitaux est le premier titre professionnel, le premier galon de la corporation médicale.

Je passe outre sur le titre de chef de clinique : celui-ci est à l'interne ce qu'un adjudant est à un sous-officier ; j'arrive au deuxième titre professionnel, celui de médecin des hôpitaux.

Pour l'obtenir, un travail opiniâtre ne suffirait pas ; il faut avoir son jury, c'est le terme employé par tous les candidats ; il est plus noble que celui de piston, mais la signification est la même. La première condition pour avoir son jury est d'être bien prudent ; candidat aujourd'hui on sera demain dans la clientèle le concurrent de son propre juge ; la stérilisation systématique s'impose et cela pendant des années.

Hélas ! trop souvent lorsqu'on est enfin en possession de ce beau titre, il est trop tard pour qu'on puisse mettre à profit le matériel d'étude qu'on a eu tant de peine à acquérir ; on a des charges de famille, tant pis ! le titre professionnel tiendra lieu de titre scientifique ; ce sera le pavillon couvrant la marchandise du navire déjà en pleine mer. La liberté si chère de penser et d'écrire, celui qui concourt pour avoir le titre de Professeur agrégé à la Faculté de Médecine ne l'aura même pas, fût-il parvenu à inscrire ce beau titre professionnel sur sa carte de visite ; quelques publications anodines ne lui seront certainement pas interdites, on l'engagera même à en faire, mais avant tout il doit s'appliquer à ménager ses chefs d'emploi s'il veut conserver l'espérance de devenir chef à son tour.

Au sommet de la Corporation se trouve le « Professeur », à la fois son chef et son prisonnier. *Grâce aux concours il est le plus grand obstacle au progrès de la science qu'il est chargé d'enseigner*, c'est le juge suprême. Son enseignement, étant donnée cette infaillibilité, ne peut être qu'autoritaire, dogmatique ; il ne peut servir, hélas ! qu'à préparer les élèves indépendants, les véritables élèves, à remplir le triste rôle de *courtiers* de la Corporation médicale.

En 1892, dans une lettre restée célèbre publiée dans le journal *Le Temps*,

Digitized by Google

M. Le Fort, Professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de Médecine de Paris, aujourd'hui décédé, reconnaissait que ce titre de Professeur n'était recherché que parce qu'il servait à attirer la clientèle. Cette opinion est malheureusement partagée par tous les médecins et par les élèves eux-mêmes. Les néophytes admettent tout naturellement que les Professeurs n'ont pas besoin de porter dans les Congrès des travaux scientifiques; ils sont « Professeurs », la réclame est suffisante.

Comment tant de si tristes sentiments peuvent-ils entrer dans de si jeunes âmes ?

On conçoit que si le Professeur fonctionnaire est autorisé à se faire un casuel, les concours vont encore se poursuivre et cette fois entre Professeurs ; ils vont changer seulement de nature ; cette fois ils vont porter sur la somptuosité des appartements, sur la splendeur des soirées musicales à grand orchestre et les belles dames pourront dire : « Avez-vous été chez le Professeur un tel ? Quels beaux candélabres ! Quels beaux tableaux ! Quel luxe ! Comme il doit gagner de l'argent ! Comme il doit être fort ! »

Les belles dames sont les juges sans appel de la capacité des chefs de la Corporation médicale.

Et le législateur a voulu que cette Compagnie servît d'état-major à tout le corps médical, fût chargé d'en instruire les recrues, de développer chez elles le sens critique et le jugement, le goût de la recherche scientifique et l'on devait attendre tout cela d'une Corporation à stérilisation scientifique de ses membres les uns par les autres.

Cela était impossible ; il est fatalement arrivé qu'elle s'est servie de sa toute-puissance pour défendre ses intérêts matériels; elle a eu vite fait une sélection entre les élèves administratifs et les autres. L'élève qui suivait la carrière des concours, l'élève officiel, a seul compté dans son estime, l'autre n'a plus été qu'un paria.

Et cependant, qu'on donne au premier praticien venu n'ayant pas connu les concours une instruction technique suffisante, dans un travail de recherches originales faites par lui, la note personnelle sera plus accusée que dans un travail du même genre entrepris par un lauréat de concours. Cette supériorité du premier sur le second s'accusera précisément parce qu'il se contentera de l'exposé des faits observés ; il ne fera pas « la question » pour employer le terme reçu, n'ayant pas dans son esprit *des cadres fictifs de maladies;* il exposera sans réticences ce qu'il aura trouvé, une longue servitude n'aura pas rendu son esprit craintif.

A l'heure présente, aussi bien dans d'autres sciences qu'en médecine, on accuse la décadence de l'esprit français ; cette décadence n'est qu'apparente; elle est due à un système qui favorise les esprits superficiels et leur fournit comme soutiens *un appui financier et un esprit de corps.*

L'État sacrifie même en dehors de toute question de favoritisme l'es-

Digitized by Google

prit de création à l'esprit d'assimilation; il arrête l'essor des Français de France les plus capables d'honorer par leurs travaux la science et leur pays.

Les concours peuvent non seulement fausser l'esprit, mais encore altérer le sens moral; ils rendent, en effet, ceux qui les préparent esclaves de leurs futurs juges; on les oblige à refouler au fond de leur cœur ce triste sentiment que leurs écrits ne paraîtront jamais l'expression de leur pensée libre, et on leur promet à ce prix de les faire arriver aux honneurs et aux emplois.

Il faut rendre à la jeunesse l'amour de l'art pour l'art; il faut respecter la liberté de ceux à qui leur âge permet d'avoir le plus d'idéal dans l'esprit et dans le cœur. Les vrais congrès doivent exiger que les jeunes travailleurs soient libres; si l'on ne veut pas supprimer les concours il faudra supprimer les congrès, qui ne peuvent être dans ce cas que des contrefaçons de congrès.

Dans les pays où les concours n'existent pas (1) les professeurs sont regardés par l'élève comme de vrais professeurs; il pèse leur mérite et non la somme d'influence qu'il peut avoir; il est libre au lieu d'être esclave; il s'intéresse d'autant plus au progrès scientifique qu'il en est le moteur.

Il serait si simple d'étudier l'organisation scientifique de ces pays et de l'introduire en France; elle ne fait, du reste, que reproduire dans ses grandes lignes l'ancienne organisation française.

Pour accomplir cette grande réforme, il faudrait seulement un peu de fermeté et un peu de franchise.

Mais, que les pères de famille dont les fils se préparent à étudier la médecine le sachent bien : cette réforme se fera longtemps attendre; plusieurs générations seront sacrifiées, les intérêts d'une puissante corporation exigent ce sacrifice; les intérêts matériels de trois à quatre cents personnalités prévaudront longtemps sur les intérêts scientifiques de treize mille médecins; ils prévaudront parce que la solidarité qui existe entre les premiers n'existe pas entre les seconds, que cet esprit de solidarité est né des concours et qu'il appellera à son aide l'esprit d'inertie, l'esprit de routine si puissant en France.

Quelle réforme peut-on espérer dans un pays où les intrigues électorales ont substitué le culte des intérêts particuliers à celui de l'intérêt général?

Un jour viendra peut-être où un élu du peuple, de ce pauvre souverain inconscient, interpellera les pouvoirs publics pour faire observer que les concours, en étouffant la liberté scientifique, empêchent l'Association française pour l'avancement des sciences de remplir la noble tâche qu'elle s'est assignée, de poursuivre le relèvement moral et scientifique du pays, et lui

(1) Les concours médicaux n'existent pas en Angleterre, en Allemagne, en Russie, en Autriche, en Danemark, en Suède et Norvège, en Belgique, en Hollande; ils n'existent pas non plus en Suisse et aux États-Unis.

Digitized by Google

ôtent même toute raison d'être. Des commissions parlementaires seront nommées, des rapports viendront s'accumuler dans des cartons poudreux, les années passeront.

Fait curieux, il semble qu'un gouvernement à étiquette démocratique soit moins apte qu'un autre à acclimater en France la démocratie scientifique fondée sur le respect de la liberté individuelle, source de toute initiative et de tout progrès.

M. le Dr BARTHÈS

Inspecteur départemental des Enfants assistés du Calvados, à Caen.

L'HYGIÈNE EN FRANCE.
IMPORTANCE D'UNE LOI SUR LA PROTECTION DE LA SANTÉ PUBLIQUE EN VUE DE LA SANCTION A DONNER A LA DÉCLARATION OBLIGATOIRE DES MALADIES CONTAGIEUSES

— Séance du 14 août 1894 —

Les premières mesures hygiéniques remontent, il est vrai, aux édits promulgués par François Ier en 1535 et 1539 auxquels j'ajouterai volontiers les édits impériaux de 1810 et 1815; les ordonnances royales de 1819 et de 1822, la dernière ayant surtout pour but la déclaration obligatoire des maladies pestilentielles et exotiques. Mais il n'a été donné qu'à notre génération d'avoir établi en France les bases de l'hygiène sur la science et la raison.

Le 12 juillet 1848, le représentant du peuple Emery déposa un projet d'assainissement; toutefois les événements qui se succédèrent ne permirent de lui donner suite que deux ans après, le 13 avril 1850, où fut promulguée la loi qui régit encore la salubrité des habitations. Dix ans plus tard, en 1860, l'on s'occupa activement de la distribution des eaux, de l'élargissement des rues, de la construction d'égouts avec bouches très nombreuses en vue d'aérer les conduits souterrains et de diviser les miasmes qu'ils pouvaient répandre. Paris, notamment, grâce à l'impulsion énergique donnée aux travaux de la voirie par son préfet Haussmann, vit sa salubrité se transfsrmer et s'améliorer dans des proportions inconnues jusque-là.

De 1862 à 1865, Chauveau-Lagarde et de Hennezel étudièrent la venti-

Digitized by Google

lation des fosses et l'assainissement des cabinets d'aisances; le Dr Perrin présenta un mémoire sur l'inflammation des gaz produits par les matières de vidanges et les explosions qui en résultent.

En 1869, les travaux du Dr Potier viennent compléter les belles découvertes du Dr Perrin, en faisant connaître les moyens de combattre l'infection provenant des fosses d'aisances.

De 1870 à 1876, la jurisprudence sur l'insalubrité est établie par MM. Coulon et de Villebichot.

De 1877 à 1883, on s'occupe activement des garnis. Enfin, de 1883 à 1892, l'assainissement de Paris est poursuivi vaillamment par Durand-Claye, le savant ingénieur dont la science regrette tant la perte prématurée.

L'hygiène durant cette période de vingt-trois années est uniquement basée sur nos connaissances en physique, chimie et histoire naturelle, dont les représentants principaux sont les Drs Wurtz, Baillon, Gautier et Gariel.

Il manquait néanmoins à cette science hygiénique, pour prendre un essor rapide, les données de la physiologie et de la microbie que lui apportèrent les Drs Paul Bert, Vulpian, Chauveau, Cornil, Brouardel, Proust, Rochard, et le plus grand parmi ces esprits d'élite, M. Pasteur, et ses élèves qui sont des maîtres aujourd'hui, les Drs Pouchet, Chantemesse, Chamberland, Thoinot, Netter et tant d'autres qui ont fondé la *Bactériologie*, science essentiellement française.

Parallèlement à cette école agissent, se meuvent, travaillent, le Comité d'hygiène publique de France, la Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle, qui comptent dans leur sein des spécialistes éminents, les Drs H. Napias, A. Martin, Drouineau, pour ne citer que les plus connus.

Notre pays, toutefois, a-t-il profité de ces beaux travaux? Médiocrement, et vous pourrez en trouver la preuve dans l'enquête-statistique sur l'hygiène urbaine que vient de publier M. Bechmann, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dans la *Revue d'hygiène et de police sanitaire*.

La situation des campagnes est encore plus critique.

A cela, je ne vois qu'un remède : l'intervention de l'État. Elle existe depuis longtemps en Angleterre, en Prusse, dans le grand-duché de Bade, en Saxe, en Bavière, en Italie, comme aussi aux États-Unis d'Amérique. Elle a pour but de ne pas laisser l'autorité désarmée en présence de l'invasion du contage et de l'infection. J'ajoute que partout où le gouvernement a la direction dans les écoles, l'armée, la marine, les maladies ont diminué. Dans l'armée surtout, la fièvre typhoïde et la variole ne se produisent que très rarement. Le motif en est bien simple, c'est que tout cas de maladie entraîne une enquête sur ses causes probables.

Partout ailleurs, sauf à Paris et dans quelques grandes villes possédant des ressources suffisantes, il est impossible de rien obtenir. Il y aura

Digitized by Google

bientôt un an que, dans la séance du 9 octobre 1893, j'ai proposé à mes collègues du Comité central d'hygiène et de salubrité du Calvados d'émettre un vœu sur la nécessité d'instituer, à Caen, un bureau municipal d'hygiène. Le Conseil vota, à l'unanimité, ce vœu qui fut transmis quelques jours après au maire de la ville, qui le transmit, à son tour, à la Commission d'hygiène... mais qui ne s'en est pas encore occupée.

En présence de cette force d'inertie, que l'Administration ne peut combattre faute d'armes suffisantes, nous devons réclamer avec instance le vote, par le Sénat, du projet de loi Langlet sur la protection de la santé publique, que la Chambre a définitivement adopté le 13 juillet 1893, et dont je vais passer rapidement en revue les principaux articles :

Le titre premier, comprenant deux articles, définit les mesures sanitaires relatives aux localités.

Sur le rapport de l'inspecteur sanitaire, le préfet invite le Conseil départemental d'hygiène à délibérer sur l'utilité et la nature des travaux d'assainissement d'une commune dont l'état sanitaire est défectueux. En cas d'avis contraire, le différend est réglé par le ministre de l'Intérieur.

Le Conseil général statue sur la participation du département aux dépenses de ces travaux.

Le titre II vise les mesures *sanitaires* relatives aux *immeubles*.

Il est à regretter que l'article 3, énonçant que, lorsqu'un immeuble, bâti ou non, attenant ou non à la voie publique est dangereux pour la santé des occupants ou des voisins, ne fasse aucune mention des *fosses d'aisances*, point capital de l'économie ménagère. En vue d'éviter toute interprétation contraire audit article, il est indispensable que le règlement d'administration publique qui suivra la loi *spécifie cette lacune*.

Le titre III s'occupe des mesures sanitaires relatives aux personnes.

L'article 6 porte qu'en cas d'épidémie ou d'autre danger pour la santé publique le maire prend les mesures de protection par un arrêté dont le préfet peut ordonner l'exécution provisoire, tous droits réservés.

L'article 9 dit que la déclaration à l'autorité publique de tout cas de maladie infectieuse est obligatoire pour tout médecin, officier de santé ou sage-femme qui en a constaté l'existence, ou, à défaut, pour le chef de famille, maître d'hôtel ou directeur d'établissement, ou les personnes qui soignent les malades.

L'article 4 impose l'obligation de la vaccination et revaccination.

Le titre IV *concerne l'organisation sanitaire*.

Les attributions du Comité consultatif d'hygiène de France, du Conseil d'hygiène départemental, des Commissions d'hygiène d'arrondissement et de l'inspecteur sanitaire sont tour à tour définies par les articles 12, 13, 14, 15 et 16, dont le 15e principalement m'incite à présenter les observations suivantes :

Dans l'esprit du législateur, les services d'assistance et d'hygiène semblent comporter la même direction.

Cela vient à l'appui d'un travail fort intéressant : *L'Assistance par l'hygiène*, que son auteur, M. le Dr Drouineau, inspecteur général des services administratifs du Ministère de l'Intérieur, a communiqué à la Société internationale pour l'étude des questions d'assistance.

« Serait-il si difficile et si coûteux — écrit notre éminent confrère — de

Digitized by Google

faire que, dans chaque arrondissement, il y eût comme annexes aux maisons de secours, des établissements dotés spécialement pour les indigents des appareils nécessaires pour la propreté corporelle, le lavage et la désinfection des linges et des hardes.

« En réalité, pour toutes ces conceptions, il ne faudrait que la volonté d'agir; mais il importe surtout de ne rien isoler; il faut que *l'assistance* et *l'hygiène* se *fusionnent* et *s'associent sans réserve*; qu'elles s'aident mutuellement de leurs renseignements et de leurs découvertes, de leurs actes, même de leurs ressources financières. »

J'applaudis de toutes mes forces à ces éloquentes paroles, qui sont l'invocation d'un avenir d'autant plus prochain, qu'il est incontestable que, pour alléger les charges imposées aux communes par la mise en exécution de la loi du 15 juillet 1893, il faudra faire un appel incessant au concours de l'hygiène.

Enfin, le titre V a trait aux dépenses, pénalités et dispositions diverses.

L'article 18 mentionne que les dépenses résultant de la délibération du Conseil général ou du décret prévu par l'article 12 sont assimilées aux dépenses classées sous les paragraphes 1 à 4 de l'article 60 de la loi du 10 août 1871.

Celles des communes et des syndicats des communes résultant de l'application des règlements sanitaires sont obligatoires (art. 19).

Les articles 19, 20 et 21 portent que les dégradations d'ouvrages publics ou communaux, la pollution des eaux potables, la contravention aux articles 8, 9, 10 et 11 seront punies par les articles 479, 480 et 463 du Code pénal.

L'article 22 concerne les règlements d'administration publique en vue des mesures nécessitées par l'article 10, le mode de recrutement des inspecteurs sanitaires.

Les articles 23, 24 et 25 final déterminent les conditions d'exécution des travaux, l'abrogation de la loi du 13 avril 1850 et l'application de la présente loi à un certain nombre de nos colonies.

En somme, cette loi est un grand pas dans la voie du progrès, et nous devons tous nous applaudir de son prochain avènement.

En constituant, pour les communes, l'obligation des dépenses réclamées par l'assainissement et la désinfection, elle constituera la meilleure des mesures prophylactiques.

La déclaration à l'autorité des maladies contagieuses, prescrite par l'article 15 de la loi du 30 novembre 1892, a soulevé un peu partout les récriminations du corps médical. Les uns assurent qu'il leur est impossible d'établir instantanément un diagnostic assez ferme pour leur permettre de proposer telle mesure nécessitée par le degré de contagiosité de la maladie. D'autres se plaignent d'une prétendue atteinte à leurs intérêts, car le client vexé de l'invasion soudaine des agents de désinfection ne les feront plus appeler. Le plus grand nombre enfin désirant qu'on les laisse maîtres absolus, comme par le passé, du mode qu'ils jugeront le mieux convenir tant à l'intérêt du malade et de sa famille qu'à celui de la collectivité, sont d'accord pour que ce soit le chef de famille, le maître d'hôtel ou de l'établissement, qui soit chargé de la déclaration de la maladie, ainsi que l'indique d'ailleurs l'article 9 du projet de loi Langlet.

Digitized by Google

L'expérience a démontré malheureusement que la société, prise individuellement, se désintéresse de tout ce qui touche à la santé, à l'assistance, à la charité, et que ce n'est seulement qu'en cas de calamité publique que la collectivité s'émeut.

Il est donc de toute nécessité, si l'on veut arriver à de bons résultats, que le public soit d'abord éclairé sur les dangers qui l'environnent, et de suivre l'exemple de la ville de Paris, qui fait distribuer, par les soins des commissaires de police, à tous les habitants de leur quartier des petites brochures sur le service sanitaire : transport des malades, désinfection des locaux, désinfection d'objets mobiliers, etc.

Grâce à la plus grande publicité donnée par les municipalités aux mesures hygiéniques, grâce à l'active propagande faite dans toutes les classes de la société sous la forme d'instructions, sous un très petit volume qui serait délivré par la mairie à tout individu venant y faire une déclaration de naissance, de mariage, de décès ou toute autre, soyons convaincus que l'on ne trouverait bientôt plus vexatoires les procédés dont on se plaint actuellement, tant dans le corps médical que dans la société.

Mais, en attendant que cette éducation soit faite, il faut que le gouvernement assure à tous ses administrés, riches ou pauvres, faibles ou puissants, le droit à l'existence, et que, pour cela, il sacrifie l'intérêt particulier à l'intérêt général. Le seul moyen, à mon avis, d'atteindre ce but est de rendre définitif, dans le plus bref délai, le projet de loi sur la protection de la santé publique qui, en mettant aux mains des médecins tous les éléments indispensables à attaquer et à vaincre les agents infectieux et contagieux, réalisera l'entente générale.

M. le Dr DENIZET

à Château-Landon (Seine-et-Marne).

LA ROUGEOLE EN VOYAGE, DE VILLEFRANCHE-SUR-CHER A CHATEAU-LANDON

— Séance du 11 août 1894 —

Le vendredi 27 juillet dernier, vers 11 heures du matin, j'ai été appelé à donner des soins aux membres d'une famille de nomades, arrivés depuis quelques instants sur l'une des places publiques de Château-Landon.

M'étant rendu à l'endroit désigné, je fus invité, par une femme d'une trentaine d'années, la veuve Catherine Wégle, née Méquesse, à monter

Digitized by Google

dans une voiture fermée assise sur quatre roues. Ce véhicule, construit en forme de parallélipipède, se composait d'un compartiment de dix mètres cubes de capacité; il recevait l'air et la lumière par quatre ouvertures : 1° par une porte à deux vantaux située à l'avant de la voiture et à laquelle un escalier de bois donnait accès; 2° par trois fenêtres percées, deux sur les parois latérales, et la troisième, faisant vis-à-vis à la porte, sur la paroi postérieure de la pièce. Présentement, il était habité par six personnes, cinq enfants et leur mère.

Tout d'abord, celle-ci se mit à raconter qu'elle était née à Saint-Maixent (Deux-Sèvres), dans une voiture de marchands ambulants comme la sienne; que, depuis sa naissance, elle avait toujours voyagé avec ses parents, vanniers de profession et fabricants de corbeilles d'osier. Mariée depuis quatorze ans, elle a continué avec son mari le même genre de vie et de profession.

Depuis six mois, époque à laquelle elle est restée veuve, elle a substitué à la fabrication des paniers le commerce de mercerie, et, ce disant, elle montre au fond d'une corbeille quelques pelotes de fil, d'aiguilles et de ruban de diverses couleurs, qu'elle et ses enfants promènent de porte en porte et de village en village. En réalité, ce commerce n'est qu'un prétexte pour solliciter la charité publique, car, le lendemain de leur arrivée, l'aînée des enfants était surprise à mendier dans les rues de la ville par un membre de la municipalité. Poursuivant son récit, la maîtresse de céans ajouta que, depuis trois ou quatre ans, ils fréquentaient de préférence les environs de Paris; que son mari, né à Angoulême (Charente), était décédé à Tours (Indre-et-Loire), le 22 janvier dernier, à l'âge de trente-trois ans, au neuvième jour d'une fluxion de poitrine, lui laissant six enfants en bas âge.

Le 15 juillet, la famille se trouvait de passage à Villefranche-sur-Cher, canton de Mennetou, arrondissement de Romorantin (Loir-et-Cher), quand une des petites filles, Maria Wégle, âgée de onze ans, fut prise de rougeole. On continua de voyager malgré la maladie, et on atteignit Beaugency (Loiret) (50 kilomètres), où l'enfant commença à éprouver un peu de mieux, puis Orléans (40 kilomètres), et enfin Pithiviers (40 kilomètres).

Ils étaient dans cette dernière ville quand, le jeudi 19 juillet, l'éruption fit en même temps son apparition chez trois autres enfants, deux filles et un garçon, savoir :

L'aînée Madeleine Wégle, treize ans;
Augustine Wégle, neuf ans;
Joseph Wégle, six ans.

Chez ces trois enfants, ainsi que chez leur sœur, Maria Wégle, la première prise, l'invasion de la maladie fut marquée par des épistaxis abon-

Digitized by Google

dantes. Chez Madeleine Wégle, la plus âgée, l'hémorragie nasale aurait été si copieuse que la mère l'évalue approximativement à un litre de sang. Sur ces entrefaites, la caravane quitta Pithiviers pour se rendre à Puiseaux (20 kilomètres), où elle arriva le samedi 21. — Le lendemain matin, dimanche 22 juillet, les deux plus jeunes enfants, un garçon et une fille,

Hippolyte Wégle, trois ans et quatre mois;
Catherine Wégle, quatorze mois (celle-ci nourrie au sein),

étaient atteints à leur tour. Ni l'un ni l'autre, je dois le dire en passant, n'ont présenté d'épistaxis comme leurs devanciers.

Au rapport de la mère, chez le petit garçon (Hippolyte), l'éruption se serait manifestée par de petites plaques rouges répandues à profusion sur le visage et sur le corps, qui se seraient effacées presque aussitôt après leur apparition; simultanément seraient survenus des symptômes d'embarras respiratoire, accélération de la respiration, angoisse précordiale, suffocation, ce qui l'a déterminée à demander (pour la première fois depuis le commencement de l'épidémie) un médecin. Mais les accidents bronchopulmonaires se précipitèrent avec une allure presque foudroyante et l'enfant succomba, malgré la médication employée, le soir même, entre 11 heures et minuit (nuit du 22 au 23 juillet).

Afin de soustraire le reste de la famille aux dangers résultant de la présence du petit cadavre dans la voiture, le maire de Puiseaux, devançant l'heure réglementaire, fit procéder à son inhumation dans la soirée du lundi 23, à 5 heures.

Dès le lendemain matin, mardi 24, nos voyageurs abandonnaient Puiseaux sans qu'aucune mesure de désinfection fût prise à leur égard, et, après avoir traversé Beaumont-du-Gâtinais (7 kilomètres), se dirigeaient vers Corbeilles-Lorcy, où ils arrivaient dans la soirée (10 kilomètres). Les jours suivants, ils gagnaient Sceaux-en-Gâtinais (5 kilomètres), puis le village de Mondreville (Seine-et-Marne, 4 kilomètres), et enfin ils s'arrêtaient à Château-Landon (7 kilomètres), le vendredi 27 juillet, vers 10 heures et demie du matin, après avoir parcouru en douze jours un minimum de 180 kilomètres (45 lieues) et promené la rougeole à travers trois départements (Loir-et-Cher, Loiret, Seine-et-Marne).

Au moment de ma visite, la petite Catherine Wégle occupe l'unique lit de la pièce. Elle est plongée dans un état de profonde somnolence. *Elle dort toujours*, dit la mère, *depuis le commencement de la maladie, et j'ai peine à l'éveiller*. Le visage, le cou, le tronc, les membres sont gonflés et couverts d'une éruption abondante de petites papules roses ; — leur confluence est même telle qu'elle donne à la peau un aspect uniformément chagriné : celle-ci est sèche, rugueuse et brûlante. Il est à présumer que

Digitized by Google

la cuisson est exquise, car les téguments présentent autour des cuisses, sur les fesses et dans la région lombaire des sillons de croûtelles noires de sang desséché, produit du grattage des ongles. Les paupières sont tuméfiées ; les conjonctives palpébrales et oculaires d'un rouge intense ; l'enfant fuit l'éclat de la lumière ; la langue, d'un rouge vif sur les bords, est recouverte sur le dos d'un enduit saburral d'une blancheur éclatante. La muqueuse du pharynx et celle du voile du palais sont rouges ; la toux est incessante ; la respiration accélérée, et l'auscultation fait entendre des râles humides, fins et nombreux, dans toute l'étendue de la poitrine. Pouls, 180. Prescription d'un vomitif suivi d'une potion à l'acétate d'ammoniaque.

Quant aux autres enfants, ils sont là, debout, rangés les uns à côté des autres le long des parois de la pièce ; le visage pâle, ils sont chétifs, anémiques, sans vigueur et sans forces. Chez aucun d'eux je ne relève sur les téguments la trace d'une desquamation furfuracée; la mère, interrogée, répond qu'elle n'en a pas vu non plus.

Prescription : vin de kola.

Bien que la rougeole ne soit pas comprise dans la nomenclature des maladies épidémiques dressée en exécution de la loi du 30 novembre 1892, je prends la liberté d'informer verbalement du fait la municipalité de Château-Landon, qui leur interdit de mendier, et leur assigne un séjour dans un endroit isolé au dehors de la ville.

Je revois la petite malade le lendemain et le surlendemain dimanche 29. A cette dernière date, la fièvre a diminué et avec elle l'état de torpeur. L'enfant ouvre plus facilement les yeux, qui sont injectés ; l'éruption est devenue plus terne; la peau offre toujours l'aspect granité. On entend encore à l'auscultation des râles sibilants nombreux dans la poitrine. Je recommande à la mère de continuer le traitement et de réitérer le vomitif s'il y a lieu.

L'enfant a toujours tété.

Quelques instants après ma visite, le cheval est attelé, la voiture s'ébranle, et nos gens partent, à 9 heures et demie du matin, dans la direction de Nemours (Seine-et-Marne).

Cette relation appelle quelques réflexions. On peut dire qu'au point de vue de l'hygiène publique et de la prophylaxie des maladies contagieuses, les auteurs de la loi récente sur l'exercice de la médecine, en imposant au seul médecin la déclaration de ces maladies, ont manqué le but à l'égard des ambulants, vagabonds, roulottiers, et d'un certain nombre d'ouvriers et d'habitants des campagnes... de tous ceux, en un mot, — et le nombre en est grand, — qui, riches ou pauvres, par esprit d'économie ou autre cause, ont pour habitude d'éviter le médecin, ou ne le font appeler que tardivement, à la dernière extrémité, alors que, par suite de la longue durée antérieure de la maladie et de ses progrès, son

Digitized by Google

intervention a perdu de son efficacité, et qu'ils ont déjà pu infecter leur entourage et le voisinage.

On voudra bien me permettre d'apporter encore à l'appui de ce que j'avance les exemples suivants : Depuis environ deux mois, la varioloïde sévit dans une commune de 494 habitants, du canton de Château-Landon, sans qu'un médecin ait été appelé à visiter les malades, car tous ont guéri jusqu'à ce jour. Il faudrait un cas mortel, et la frayeur qu'il inspire, pour décider les gens à réclamer les secours médicaux. En attendant, aucune déclaration de maladie n'est faite à l'autorité administrative; aucune mesure de désinfection ou d'hygiène préventive n'est mise en œuvre.

Je connais, dans une commune du Loiret, limitrophe du canton de Château-Landon, un manouvrier, âgé d'une cinquantaine d'années, lequel, atteint de variole, a continué de vaquer à ses occupations comme à l'ordinaire et de fréquenter les débits de boissons. Non seulement il a négligé de consulter un médecin, mais, cité en police correctionnelle sous l'inculpation de vol par escroquerie, il s'est présenté au tribunal le visage bouffi et couvert de pustules à la période de suppuration. A sa vue, le tribunal s'est empressé de renvoyer l'affaire à une date ultérieure et de lever l'audience.

Ces faits me semblent justifier les conclusions suivantes :

« Tout individu, atteint de maladie contagieuse, devrait être tenu de faire la déclaration de sa maladie, soit en personne, soit par ses proches ou ayants droit, à la mairie de la commune où il se trouve.

» Tout ambulant convaincu, après examen médical, de maladie contagieuse, devrait être incontinent arrêté dans son voyage, soumis à l'isolement et traité jusqu'à guérison dans la commune où il se trouve. »

M. le Dr DENIZET

à Château-Landon (Seine-et-Marne.)

LA VARIOLE A CHATEAU-LANDON PENDANT L'HIVER 1893-94

— Séance du 11 août 1894 —

Nous avons été, dans ces derniers temps, éprouvés par une épidémie de variole.

De novembre 1893 à mars 1894, cette affection a touché, dans notre

Digitized by Google

circonscription médicale, un total de quinze personnes sur lesquelles un décès. Une fois pour toutes, je dirai que les malades avaient été tous vaccinés avec succès dans la jeunesse, mais n'avaient jamais subi de revaccination ultérieure.

Le lundi 13 novembre, j'ai été appelé au hameau de Néronville, commune de Château-Landon, à l'effet de visiter le nommé Jourdain, Pierre, âgé de cinquante ans, pris de fièvre depuis le mercredi précédent, 8 novembre ; il ne s'était alité que le samedi 11. Je le trouve atteint de variole noire (état ataxo-adynamique grave, délire furieux, etc.).

Cet homme, employé à la sucrerie de Souppes, était préposé à la garde des bateaux qui font la navette entre Paris et nos localités ; son service le mettait en rapport avec un grand nombre de bateliers de passage sur le canal du Loing. Il passait les nuits et prenait ses repas dans la cabine d'un de ces bateaux ; mais tous les jours, ou tous les deux jours, il revenait chez lui, à Néronville, chercher ses provisions de bouche. Or, sur le chemin se trouve le hameau de Grands-Moulins-d'Egreville, où existe un débit de vins et tabac. Notre homme s'y arrêtait pour boire la goutte et acheter du tabac. Il était servi, dans cet établissement, par la demoiselle Vier, Marie, âgée de dix-sept ans. Nous la quitterons un instant, s'il vous plaît, pour revenir à Jourdain.

Ce malheureux succombe le jeudi 16 novembre.

Sa fille, Eugénie Jourdain, femme Point, Paul, âgée de vingt-deux ans, domiciliée au hameau des Varennes, commune de Souppes, qui était venue l'assister dans sa maladie, rentre chez elle. Elle est prise de variole huit à dix jours après le décès de son père. Les deux enfants d'une voisine qu'elle fréquente, à chaque instant du jour : Baschet, Henriette, quatre ans; Baschet, Marcelle, deux ans, sont également prises à peu près en même temps.

Quant à Marie Vier, la domestique de la buvette des Grands-Moulins-d'Egreville, prise de malaises et de fièvre, elle abandonne son service et rentre, le 14 novembre, au domicile de son père, maître-maréchal-ferrant à Château-Landon. Elle se met au lit et l'éruption variolique se déclare confluente. Quelques jours plus tard (23 novembre), sa mère, Adelphine Jeannotin, femme Vier, Adrien, âgée de cinquante-six ans, est atteinte à son tour. Puis vient celui du père, Vier, Adrien, âgé de cinquante-trois ans (1er décembre).

Cet industriel occupe en qualité d'ouvrier le nommé Beauvillard, Henri, âgé de vingt ans. Celui-ci, qui prend ses repas dans la maison de son patron et dans la chambre même des malades, est pris de variole le 15 décembre. Il regagne le logis de sa mère, rue Saint-Pèlerin. Il est soigné par sa sœur, Marie Beauvillard, âgée de vingt et un ans. La variole se développe chez elle (2 janvier 1894).

Digitized by Google

Un jeune homme de leurs voisins : Henri Arrault, dix-huit ans, ouvrier boulanger, vient à plusieurs reprises les visiter dans leur maladie, malgré la défense qui lui en est faite. La maladie débute chez lui, le 24 janvier, par une fièvre intense avec température très élevée, délire, etc. Sa mère, Elisa Gandillon, femme Constant Arrault, père, âgée de cinquante ans, est prise le 7 février. Le lendemain 8 février, c'est le tour de son frère, Alfred Arrault, âgé de vingt ans. Le surlendemain 9 février, son autre frère, Constant Arrault, âgé de vingt-neuf ans, est également atteint. Ces trois derniers malades n'entrent en convalescence que dans les premiers jours de mars.

Enfin, vers le 20 février, le fils d'une femme qui blanchit le linge de la famille Arrault, Marcel Leroy, âgé de trois ans, est, lui aussi, pris de variole. Sa mère accuse de sa maladie le linge des malades qu'elle est obligée de lessiver.

A Mondreville, commune éloignée de Château-Landon de 7 kilomètres, mais dont les relations avec notre localité sont incessantes, le maire, Cornichon, Joseph, quarante ans, a été pris de variole le 20 décembre. Sur mon interrogation, il a répondu qu'il supposait avoir pris sa maladie dans une de ses fréquentes visites dans notre ville.

L'épidémie s'arrêta au commencement de mars. Dès le début, nous avions fait, avec le vaccin animal, des vaccinations et revaccinations en nombre, à Néronville, à Château-Landon, à Mondreville, à Souppes et autres localités du voisinage.

Ces inoculations ont été pratiquées avec du vaccin que M. le Directeur du service de la Vaccine, à l'Académie de Médecine, a bien voulu nous faire parvenir aux dates suivantes :

1893	1894
15 novembre.	8 janvier.
17 —	10 février.
18 —	12 —
21 —	15 —
26 décembre.	17 —
28 —	8 mars.
	7 mai.
	15 —
	21 —
	30 —

Je dois déclarer ici que le virus de chacun de ces envois s'est montré très actif, et que les vaccinations faites avec lui ont été toutes suivies de succès. Quant aux revaccinations, elles ont également réussi dans la très grande majorité des cas.

J'ai dû attribuer l'origine de la contagion à la batellerie, qui nous apporte

Digitized by Google

à chaque instant, de Paris, le germe de nombre de maladies infectieuses ou contagieuses : dothiénentérie, rougeole, scarlatine, grippe, diphtérie, etc.

En général, — nul ne l'ignore, — la population des bateliers vit au milieu d'une malpropreté repoussante, et comme les vagabonds qui errent sur nos routes, ils transportent avec eux et sèment, le long des cours d'eau navigables, les affections contagieuses qu'ils prennent dans la capitale ou qu'ils rencontrent sur leur passage. C'est ainsi que, depuis six mois, pour ne parler que de notre département, des épidémies varioliques ont éclaté dans plusieurs villages des environs de Melun, assis sur les bords de la Seine (Chartrettes, Dammarie-les-Lys). Pour ma part, j'ai déjà eu l'occasion de donner des soins aux mariniers dans leurs barques, pour des maladies contagieuses dont ils faisaient remonter le début et l'origine à des localités très éloignées (les Ardennes, le Nord, par exemple). Dans leurs migrations, ces hommes représentent, involontairement et sans s'en rendre compte, autant d'agents vecteurs de maladies que l'administration a laissé voyager jusqu'à ce jour, en toute liberté ; et cependant, relativement à la prophylaxie variolique, il semble que l'autorité pourrait exiger d'eux, au moment de leur délivrer des lettres de voiture, la production d'un certificat de vaccination ou de revaccination remontant, par exemple, à moins de cinq ans.

Déjà, pendant la première quinzaine de juillet 1893, une petite épidémie variolique s'était déclarée au hameau des Grandes-Carrières, commune de Château-Landon, au domicile du nommé Casimir Chenu, voiturier, âgé de quarante ans. Un nourrisson, Henri Coulon, trois ans et demi, bien que vacciné avec succès, fut pris le premier. Charles Chenu, le fils de la maison, quatre ans et demi, également vacciné, fut pris le second ; chez lui les accidents locaux et généraux furent très accentués. Une seconde nourrissonne, Suzanne Girbal, âgée de trois semaines, fut atteinte la dernière, et bien qu'elle n'eût pas encore subi l'inoculation vaccinale, la maladie évolua chez elle avec une intensité moindre que chez les deux premiers. Or, ce hameau est isolé et situé à deux kilomètres d'autres habitations, et aucun cas de variole n'existait alors dans la région ; mais le chef de la famille est appelé à conduire tous les jours des voitures de pierres au port de Lorroy, situé sur le canal du Loing, et là, au cabaret du lieu, il trinque et fraternise avec les bateliers. C'est à la suite de ces fréquentations qu'il a introduit le poison morbide dans sa maison.

Digitized by Google

ERRATA

Page 139, ligne 10, supprimer : concordance des styles.
Page 140, après le titre « Style Julien » supprimer le tableau et le reporter tout au bas de la page avec le titre « Concordance des styles. »
Page 158, à la suite du titre du mémoire de M. Fabre, ajouter : [**H 4 a**].
Page 163, au lieu de Q L b α, lire Q 4 b α.
Page 171, 22e ligne, au lieu de 981, lire 931.
Page 177, 5e ligne, au lieu de 15, lire 13.
Page 177, 10e ligne, au lieu de 10, lire 11.
Page 177, 11e ligne, au lieu de 15, lire 14.
Page 178, 13e ligne, au lieu de 2704, lire 27,204.
Page 178, 11e ligne en remontant, au lieu de 348, lire 346.
Page 179, dans le 8e compartiment du carré, au lieu de 58, lire 53.
Page 179, 6e ligne en remontant, au lieu de 33.428, lire 23.428.
Page 180, 3e ligne en remontant, au lieu de 183, lire 133.
Page 182, carré U, dernière rangée du carré, au lieu de 146, lire 145 et au lieu de 115, lire 15.
Page 184, à la suite du titre du mémoire de M. Tarry, ajouter : [**Q 1 d**].
Page 207, au lieu de M^2 7 b 8, lire M^2 7 b γ.
Page 217, à la suite du titre du mémoire de M. Fontès, ajouter : [**H 12 d**].
Page 222, à la suite du titre du mémoire de M. Péano, ajouter : [**V I a**].
Page 272, à la suite du titre du mémoire de M. Genaille, ajouter : [**X 7**].
Page 276, au lieu de o 29 d, lire o 2 q α.
Page 285, à la suite du titre du mémoire de M. Ravut, ajouter : [**A 3 k**].

Digitized by Google

Digitized by Google

TABLE ANALYTIQUE

Dans cette table, les nombres qui sont placés après la lettre *p.* se rapportent aux pages de la première partie, ceux placés après l'astérisque * se rapportent à celles de la deuxième partie.

Accidents cérébraux, p. 251, * 823.
Action luni-solaire, p. 138.
Achères (Aqueduc-égout d') p. 152, * 471.
Aden (Spirobacillus gigas des citernes d'), p. 174.
Affleurement jurassique, au N.-O. de Tebessa, p. 151, * 468.
Afrique australe (Sauterelles de l'), p. 177.
—— (Colonies allemandes en), p. 300.
Agriculture et météorologie, p. 144, * 411.
—— en Saintonge, p. 273.
Agronomie, p. 273, * 885.
Aires des podaires, p. 105, * 276.
Alcaloïdes des quinquinas, p. 131.
—— pathogènes, p. 200.
Algérie (Quaternaire de l'), p. 148, * 431.
—— (Dépôt de phosphate d'alumine), p. 148, * 437.
—— (Conditions d'existence des troupeaux) p. 276.
—— (Aire de distribution des troupeaux), p. 291.
—— (Ligne de Biskra à Ouargla), p. 300, * 1025.
Alglave (É.). — Discussion sur le sport, p. 217.
Allemagne (Ses possessions coloniales), p. 300.
Alpes-Maritimes (Tectonique des), p. 154, * 489.
Aluminium (Composés doubles de chlorure d') et de chlorure ferrique, p. 128, * 360.
Amérique (Souvenirs d'), p. 40.
—— Il y a cent ans (L'), p. 297, * 1014.
Ammonites nouvelles, p. 148.
Amphipode nouveau, p. 173.
Analyses, par homéotropie, p. 118.
Anatomie, p. 171, * 652.
—— de la vanille. p. 162, * 577.
Anémoscaf, p. 109.
Anesthésie (Nouveau procédé d'), p. 200, * 777.
Angleterre (Chemins de fer électriques), p. 111, * 299.
—— Industrie électrique, p. 122, * 350.
—— (Sociétés de construction en), p. 310, * 1106.
Angot. — Discussion sur les observations météorologiques, p. 135.
—— — sur l'année météorologique, p. 137.
—— Photographie des nuages, p. 137.
—— Discussion sur la prévision du temps, p. 138.
Animaux vivants des puits de l'Oued Rir', p. 181, * 664.
Anneaux en pierre, p. 192, * 738.
Année météorologique, p. 136.
Anthropologie, p. 183, * 673.
Antilles (Colonisation française aux), p. 293, * 961.
Antiquité au point de vue social, p. 321.
Apocynum sibiricum, p. 166.
Appareil visuel, p. 120, * 338.
—— *conducteur* des graines, p. 159, * 548.
Appareils portatifs pour mesures électriques, p. 123.
Aqueduc-égout de Clichy-Achères, p. 152, * 471.
Arbres géométriques, p. 96, * 102.

Digitized by Google

Arc électrique, p. 115.
Arnica (Empoisonnement par l'), p. 271, * 880.
Arnoux (R.). — Équilibre des régulateurs industriels, p. 102.
—— Régulateurs industriels, p. 111.
—— Appareils pour mesure électrique, p. 123.
Art de parler (Son enseignement), p. 326.
Artois (Ocres de l'), p. 155, * 512.
Asie Centrale (Plante textile d'), p. 166.
—— *Mineure* (Épidémie cholérique), p. 251, * 820.
Assemblée générale, p. 43.
Assistance médicale, pp. 310, 333, * 1137, 1207.
Association française (L'), p. 80.
Astronomie, p. 93, * 1.
Asymétrie, caractère distinctif, p. 172.
Ateliers néolithiques, p. 190, * 722.
Atmosphère (Mouvement de l'), p. 119, * 389.
Atrophie de la prostate, p. 252.
Auriol (A.). — Le vent force motrice en agriculture, p. 280.
Aveugles (Études sur les), p. 2.
Axe de rotation (Équilibre par rapport à l'), p. 99.
Axes de coordonnées p. 102.
Azoulay (Dr). — Exagération du tremblement, p. 268, * 874.
Backer (Dr F. de). — Thérapeutique par les ferments figurés, p. 257.
Bactéries coprophiles, p. 163, * 583.
Bagnoles-de-l'Orne, p. 206, * 809.
Bains froids, p. 251, * 823.
Baltet (Ch.). — Progrès de l'horticulture, p. 1.
Barbier. — Carte de la Terre au 1/1.000.000, p. 288, * 915.
Baro-anémomètre, p. 143.
Baromètre (Prévision du temps), p. 137, * 377.
Barral (Et.). — Hexachlorophénol α, p. 129.
—— Parabichlorure de benzène, p. 129.
—— Nouvel octochlorophénol, p. 129.
Barthès (Dr E.-F.). — Loi Roussel, p. 304, * 1047.
—— Assistance médicale, pp. 310, 333, * 1137, 1207.
—— L'hygiène en France, p. 354, * 1207.
Base quelconque (Système de), p. 101, * 242.
Bassin commercial de la Garonne, p. 295, * 995.
Battandier (Dr). — Flore algérienne, p. 161, * 552.
Batuaud. — Réduction des rétrodéviations utérines, p. 261, * 845.
Bayeux (Excursion à), p. 414.
—— Manufacture de porcelaine, p. 418.
Béhagle (de). — Le Niger et la Bénoué, p. 292, * 946.
Belgique (Crétacé de Ciply), p. 151, * 453.
Bellet (D.). — Rendement des tramways, p. 317.
Belloc. — Formation de l'arc électrique, pp. 115, 118.
Belloc (Émile). — Température dans les lacs de montagnes, p. 145.
—— Formation des lacs intraglaciaires, p. 153, * 474.
—— Flore algologique de l'Islande, p. 162, * 559.
—— Pisciculture dans le S.-O., p. 175.
—— Excursions lacustres, p. 294, * 975.
Bénoué (La), p. 292, * 946.
Benzine (Chaleur spécifique), p. 116, * 325.
Bergonié (Dr J.). — Discussion sur le sport, p. 217.
—— Névrite périphérique, p. 259.
Béribéri, p. 269, * 879.
Bérillon (Dr Ed.). — Phobies neurasthéniques, pp. 204, 205, * 800.
—— Education des dégénérés, p. 331.
—— Prophylaxie de la dégénérescence, p. 352.
Bernard. — Cartes avec courbes d'égal calcaire, p. 274.
—— Discussion sur les phosphates, p. 275.
—— Variation du calcaire avec la ténuité, p. 282.
Berson. — Discussion sur les programmes scolaires, p. 329.
Bertrand (C.-Eg.). — Bactéries coprophiles, p. 163, * 583.
—— Centradesmide de l'époque houillère, p. 163, * 588.
Beuzeval (Hyperodon rostratus de), p. 180.
Bicyclette, p. 359.
Bien de famille (Son organisation en France), p. 312.
Bigot. — Les opis jurassiques de Normandie, p. 150.
—— Faune de Glos, p. 150.
—— Discussion sur les rivières qui disparaissent, p. 155.
Bilhaut (Dr). — Ossements de Louis XVII, p. 196.
—— Traitement de la coxalgie, p. 263, * 859.
—— Discussion sur l'insomnie, p. 266.
Biskra (Ligne de) à Ouargla, p. 300, * 1025.
Blaise. — Protection du travail, pp. 303, 333, * 1029.
Blanc (Éd.). — Le Kendir, p. 166.
—— Coton du Turkestan, p. 166.
—— Discussion sur la carte de la Terre, p. 288.
Blé (Sa culture en 1893-94), p. 283.
Boé (Dr F.). — Incompatibilité des congrès et des concours, p. 331, * 1202.
Bois des Coudriers (Polissoir du), p. 197, * 768.
Bonnet (Dr E.). — Recherches historiques sur les doronics, p. 169, * 636.

Digitized by Google

Bordeaux (Congrès de), pp. 107, 114, 126, 132, 146, 158, 170, 182, 198, 272, 285, 302, 323, 332, 357.
—— (Faluns de), p. 150, * 442.
Bordier (H.). — Névrite périphérique chez un échassier, p. 259.
Bosteaux-Paris. — Discussion sur le *Moa*, p. 183.
—— Sépultures hallstattiennes, p. 189, * 698.
Botanique, p. 159, * 546.
Bouchard (Dr). — Discussion sur le sport, p. 216.
Boudin (A.). Enseignement secondaire moderne, p. 325.
—— Distribution de prix, p. 327.
Bouffé. — Traitement du psoriasis, p. 255.
Boulonnais (Ocres du), p. 155, * 512.
Bourgeat (Abbé). — Carbonifère du Nord, p. 156.
Bourses de session, p. 58.
Brachiopodes de Ciply, p. 151, * 453.
Brasil (L.). — Ammonites nouvelles, p. 148.
—— Faune de Glos, p. 150.
Brassempouy (Fouilles à), p. 187, * 675.
Brémond (Dr F.). — Discussion sur le typhus, p. 348.
—— Cuisson de la viande, p. 352.
Brevets d'invention, p. 322.
Brissonnet. — Alcaloïdes des quinquinas, p. 131.
Broca (Dr E.-A.). — Systèmes centrés, p. 116, * 319.
—— Énergie nerveuse visuelle, pp. 120, 176, * 338.
—— Images accidentelles sur fond obscur, pp. 120, 176, * 344.
—— Microscope de Vérick, pp. 120, 182, * 348.
Bromure de potassium en photographie, pp. 118, 130.
Broncho-pneumonie, p. 252.
Brûlures, p. 203, * 789.
Brunet. — Dissémination des contagions animales, p. 354.
Bryozoaires marins, p. 178.
Bureau de l'Association, p. 46.
—— des 1re et 2e Sections, p. 93.
—— des 3e et 4e — p. 109.
—— 5e — p. 115.
—— 6e — p. 127.
—— 7e — p. 133.
—— 8e — p. 147.
—— 9e — p. 159.
—— 10e — p. 171.
—— 11e — p. 183.
—— 12e — p. 199.
—— 13e — p. 273.
—— 14e — p. 286.
—— 15e — p. 303.
—— 16e — p. 324.
—— 17e — p. 333.
Caen (Comité local), p. 53.
—— (Observations faites à), p. 135.
—— (Hiver de 1767-1768), p. 140.
—— (Station d'électricité de), p. 417.
Calamine (Gisements de), p. 147, * 420.
Calcaire (Variation du) avec la ténuité, p. 282.
Calcul des probabilités, p. 104, * 266.
Calculs arithmétiques (Grands), p. 105, * 272.
Calendrier perpétuel, p. 97, * 135.
Calvados (Trombes dans le), p. 138, * 384.
—— (Dépopulation du), p. 183.
—— (Monuments mégalithiques du), p. 191, * 727.
Calvet. — Bryozoaires marins, p. 178.
Cancer épithélial, p. 269.
Cantal (Pierres amulettes importées du), p. 185.
Cantor (G.). — Théorème de Goldbach, p. 96, * 117.
Capillaires sanguins et lymphatiques, p. 269.
Caraven-Cachin (A.). — Poissons d'eau douce du Tarn, p. 176, * 656.
—— Cimetière de Gravas, p. 193, * 744.
—— Vases à bec du XIIIe siècle, p. 194, * 753.
Carbonifère du Nord, p. 156.
Carbures acétyléniques, p. 130.
Carmin borate (Son emploi), p. 165, * 605.
Carnot (Biens), p. 318.
Carré des distances (Actions en raison inverse du), p. 97, * 141.
Carrés magiques avec des nombres non consécutifs, p. 98, * 163.
—— *semi-magiques*, p. 102.
—— *latins* d'Euler, p. 101, * 244.
Cartaz (Dr). — L'Association française, p. 80.
Carte géologique (Ville du Havre), p. 148.
—— *de la Terre*, p. 288, * 915.
—— *des courriers* de la poste, p. 296.
—— *topographique* de Cassini, p. 296, * 1011.
—— *des régions avoisinantes* du Pôle Nord, p. 301.
Cartes géologiques, p. 274.
—— avec courbes d'égal calcaire, p. 274.
Casalonga (D.-A.). — Electro-métropolitain parisien, p. 113.
—— Principe II de thermodynamique, pp. 120, 176.
—— Brevets d'invention, p. 322.
Cassini de Thury, p. 296, * 1011.
Castonnet des Fosses. — L'Amérique il y a cent ans, p. 297, * 1014.
Castration, p. 252.
Cautru. — Massage dans le traitement des dyspepsies, p. 204, * 794.
Cavalier aux échecs, p. 102.
Cayla. — Entente monétaire internationale, pp. 306, 308, * 1097.

Digitized by Google

Cayley (Equation identique de), p. 106, * 285.
Cébazat (Sépulture double de), p. 185.
Cellule animale (Nutrition oxygénée de la), p. 177.
Censier (Dr). — Bagnoles-de-l'Orne, p. 206, * 809.
Centradesmide de l'époque houillère, p. 163, * 588.
Centres de gravité superficiels, p. 94.
Certes (A.). — Spirobacillus gigas, p. 174.
Cerveau (Utilisation de l'énergie nerveuse par le), pp. 120, 176, * 338.
Cette (Amphipode nouveau de), p. 173.
—— (Bryozoaires marins de), p. 178.
Chaleur spécifique de la benzine, p. 116, * 325.
Chambellan (Dr). — Syphilis héréditaire, p. 207, * 816.
Champignons (Empoisonnement par les), p. 271, * 880.
Championnière (Dr J.). — La Bicyclette, p. 359.
Changes étrangers, p. 321, * 1180.
Charencey (Comte de).— Dictionnaire de la langue basque, p. 286, * 907.
Charles de l'Écluse, p. 167.
Charrin. — Entérite pseudo-membraneuse, p. 253, * 828.
—— Rhumatisme chronique, p. 254, * 831.
Château-Landon (La rougeole et la variole à), p. 352, * 1211, 1215.
Chaumier. — Virulence du vaccin de génisse, p. 267, * 866.
Chemins de fer électriques, p. 111, * 299.
Chêne (Feuilles de) et foin, p. 281.
Cherbourg (Excursion à), p. 414.
Chéron. — Discussion sur l'ozone, p. 260.
—— Ptoses viscérales, p. 263.
Chervin (Dr A.). — Dépopulation du Calvados, p. 183.
—— Géographie médicale, p. 202.
—— Art de parler, p. 326.
Chevalier (H.). — Un ouvrage coréen, p. 286, * 913.
Chiaïs. — Fonctions physico-chimiques du milieu organique en état de santé ou de maladie, p. 257, * 833.
Chicago (Exposition de), p. 2.
Chimie, p. 127, * 357.
—— organique (Théories de la), pp. 28, 128.
Chiron. — Carte des régions voisines du Pôle Nord, p. 301.
Chlorure d'aluminium et chlorure ferrique (Combinaisons doubles), p. 128, * 360.
Choléra à Saint-Pétersbourg, p. 356.
Chronologie des marches du cavalier, p. 102.
Chutes de foudre, p. 141, * 395.
Cicatrisation des brûlures, p. 203, * 789.
Cidre (Un traité sur le), p. 279.
Ciment (Travaux en), p. 110.
Cimetière barbare, p. 193, * 744.
—— Sainte-Marguerite, p. 196.
—— gallo-romain et franc, p. 196, * 76
Ciply (Brachiopodes de), p. 151, * 453.
Classification du Carbonifère, p. 156.
Clichy (Aqueduc-égout de), p. 152, * 471.
Climat (son influence sur la structure des feuilles), p. 169, * 634.
Coccoz (Ct). — Carrés magiques avec des nombres non consécutifs, p. 98, * 163.
Cæcums (Trois) chez les oiseaux, p. 172, * 652.
Cœur (Danger pour le) des exercices de sport, pp. 207, 211.
Cola Ballayi Cornu, p. 165.
Collignon (Ed.). — Centres de gravité superficiels, p. 94.
—— Construction géométrique élémentaire, p. 94, * 14.
—— Discussion sur les mathématiques pures, p. 103.
Colonisation française aux Antilles, p. 293 * 961.
Combinaisons chimiques, p. 96, * 102.
—— doubles de chlorure d'aluminium et de chlorure ferrique, p. 128, * 360.
Comité local, p. 53.
Commission météorologique des Deux-Sèvres, p. 141, * 395.
Commissions permanentes, p. 51.
Composante verticale du vent, p. 136.
Composé phosphazoté, p. 127, * 357.
Comptabilité publique, p. 310, * 1132.
Compte rendu financier, p. 87.
Concours (Incompatibilité des congrès et des) p. 331, * 1202.
Condé sur-Noireau (Inventaire après décès du sieur des Rondeaux), p. 262, * 849.
Cônes du second degré, p. 94, * 50.
Conférences, pp. 1, 2, 22, 28, 39, 40, 359, 381.
Congrès de Bordeaux, p. 107, 114, 126, 132, 146, 158, 170, 182, 198, 272, 285, 302, 323, 332, 357.
—— de Caen, p. 43.
—— (Incompatibilité des) et des concours, p. 331, * 1202.
Conifères (Graines des), p. 159, * 548.
Conoïde de Plücker, p. 99, * 207.
Conseil d'administration, p. 43.
Construction géométrique élémentaire, p. 94, * 14.
Contagions animales, p. 354.
Convalescence, p. 207, 211.
Convergence de certains développements, p. 102, * 252.
Coordonnées (Axes de), p. 102.
Cornu (M.).— *Cola Ballayi* Cornu, p. 165.
Corporations unies, p. 299.
Corps chimiques (Noms des familles des), p. 130.

Digitized by Google

Corps dissous (Pouvoir rotatoire), p. 130, * 363.
—— *isotropes* (Élasticité), p. 93, * 1.
Cossmann (M.). — Faluns de Bordeaux, p. 150, * 442.
Coton du Turkestan, p. 166.
Cottancin (P.). — Travaux en ciments, p. 110.
Coubertin (Bon de). — Discussion sur le sport, p. 241.
Couleurs (Photographie des), p. 1.
Coup de Bourse à New-York, p. 310, * 1118.
—— de poing, p. 194, * 756.
Courants continus (Traitement par), p. 201, * 787.
—— *induits*, p. 270.
Courbes algébriques planes, p. 98.
—— *équidistantes*, p. 101, * 235.
—— *d'égal calcaire*, p. 274.
Courseulles-sur-Mer (Hiver de 1767-1768), p. 140.
Cousin (P.). — Formule d'interpolation de Lagrange, p. 100.
Coutil (L.). — Tombelle de Léry, p. 187.
—— Anneaux en pierre, p. 192, * 738.
—— Cimetière de Muids, p. 196, * 761.
Coxalgie (son traitement chirurgical), p. 263, * 859.
Crânes néolithiques de la Gaule, p. 194.
Cravanche (Grotte de), p. 195.
Cravoisier. — La doctrine de Munroë, p. 298, * 1017.
Crime (Le) devant le jury, p. 305, * 1057.
Cro-Magnon (Recherches à), p. 149.
Cronartium flaccidum, p. 168, * 628.
Crustacés brachiures et anomoures, p. 180.
Cubes magiques de 7, p. 98, * 163.
Cuisson du pain et de la viande, p. 352.
Curie. — Discussion sur la loi Roussel, p. 305.
—— — sur le crime devant le jury, p. 306.
—— Représentation proportionnelle, p. 306, * 1079.
—— Discussion sur la répartition des patrons et ouvriers, p. 316.
Cycadacées (Nervation des), p. 168, * 625.
Dagrève. — Les courants induits, p. 270.
Daniel (L.). — Soudure dans la greffe, p. 162, * 571.
Darin. — Traitement des tumeurs, p. 199, * 771.
—— Nouveau procédé d'anesthésie, p. 200, * 777.
Dauphiné (Pierres amulettes du), p. 185.
Décret, p. 1.
Décubitus renversé, p. 263.
Dégénérés (Leur éducation), p. 331.
Dégénérescence (Prophylaxie de la), p. 352.
Dekterew (Dr de). — Discussion sur les phobies neurasthéniques, p. 205.
—— — sur le sport, p. 217.
—— — sur le travail industriel, p. 334.
Dekterew (Dr de). — Discussion sur la tuberculose, p. 353.
—— Choléra à Saint-Pétersbourg, p. 356.
Delannoy. — Arbres géométriques, p. 96, * 102.
Délégués de l'Association, p. 47.
—— des Sections, p. 48.
—— officiels, p. 57.
Delort. — Gisements de pierres amulettes, p. 185.
—— Discussion sur les sépultures de Cébazat, p. 186.
Demerliac. — Chaleur spécifique de la benzine, p. 116, * 325.
Démographie en France, p. 321.
Demonferrand (H.). — Calendrier perpétuel, p. 97, * 135.
Denainvilliers (Hiver de 1767-1768), p. 140.
Deneux. — Météorologie et agriculture, p. 144, * 411.
Denizet (Dr). — La rougeole en voyage, p. 352, * 1211.
—— La variole à Château-Landon, p. 352, * 1215.
Dépopulation de la France, p. 326.
—— du Calvados, p. 183.
Dérivée logarithmique (Extension de la), p. 99, * 208.
Dermatite herpétiforme, p. 200.
Dermographisme intense, p. 258, * 837.
Deschamps (Dr). — Discussion sur le typhus, p. 349.
—— Dissémination du typhus, p. 336.
Desfontaines (J.). — Le monde du travail, p. 299.
Desgrez (A.). — Carbures acétyléniques, p. 130.
—— Synthèse des nitriles aromatiques, p. 130.
Despierres (A.). — Composé phosphazoté, p. 127, * 357.
Déterminants wronskiens, p. 105, * 282.
Deux-Sèvres (Observations météorologiques). p. 135, * 369.
—— (Commission météorologique), p. 141, * 395.
Développement en série des racines d'une équation, p. 97, * 149.
—— *des intégrales* des équations différentielles linéaires, p. 97, * 158.
—— *photographique*, p. 118.
Déviations magnétiques, p. 152.
Dictionnaire basque, p. 286, * 907.
Dimorphisme chez les isopodes terrestres p. 180.
Dioscorée, p. 169, * 629.
Diospyros Lotus, p. 168, * 612.
Diphtérie, p. 258.
Discours, pp. 63, 64, 80, 87.
Discussion sur le principe II de thermodynamique, p. 120.
Divinum rationnel, p. 329.

Digitized by Google

Djiboutil (*Spirobacillus gigas* des eaux de), p. 174.
Doctrine de Munroë, p. 298, * 1017.
Dollfus (A.). — Isopodes terrestres, p. 180.
—— Idoteidæ des côtes de France, p. 180.
—— Crustacés brachyures et anomoures, p. 180.
Donnezan (Dr A.). — Vertébrés des environs de Perpignan, p. 155, * 528.
Dordogne (Ateliers néolithiques), p. 190.
—— (Grottes quaternaires), p. 190, * 709.
Doronics (Recherches sur les), p. 169, * 636.
Doubs (Palafittes du), p. 194, * 758.
Doumet-Adanson. — Discussion sur les observations météorologiques, p. 135.
—— — sur la mesure de la composante verticale du vent, p. 136.
—— Année météorologique, pp. 136, 137.
—— Discussion sur les trombes, p. 138.
—— — sur l'action luni-solaire, p. 138.
—— — sur des chutes de foudre, p. 141.
—— Persicaire géante, p. 284.
Drapeyron. — Enquête sur Cassini, p. 296, * 1011.
Drouineau (Dr G.). — Démographie en France, p. 321.
—— Discussion sur le travail industriel, p. 334.
—— Typhus et vagabonds, p. 347.
Dubail-Roy. — Grottes de Cravanche, p. 195.
Dubief (Dr H.). — Typhus exanthématique, p. 342.
Dubois de l'Estang. — Discussion sur la loi Roussel, p. 304.
—— — sur l'entente monétaire, p. 307.
—— — sur le régime monétaire, p. 309.
—— Turgot et la famille royale, p. 317.
Dufour (L.). — Parties souterraines des plantes, p. 164, * 596.
Dufour (Dr M.). — Étude sur les aveugles, p. 2.
Dumont (A.). — Discussion sur la dépopulation du Calvados, p. 183.
—— Relèvement de la natalité, p. 188, * 682.
—— Station néolithique, p. 192.
—— Instruction scientifique des adultes, p. 329.
Dupont (H.). — Bassin commercial de la Garonne, p. 295, * 995.
Dyspepsies (Massage dans le traitement des), p. 204, * 794.
Eau douce (Flore algologique d'), p. 162, * 559.
—— (Poissons d'), p. 176, * 656.
Échassier (Névrite périphérique chez un), p. 259.
Echauffement par un courant, p. 118.
Echecs (Cavalier aux), p. 102.
Echinodermes du glypticien de la Meuse, p. 156, * 540.
École polytechnique, p. 309.
—— (Sa capacité à accroître les forces de l'humanité), p. 329.
Écoles primaires, p. 329.
Économie politique, p. 303, * 1029.
Écriture verticale substituée à l'oblique, p. 327.
Éducation des dégénérés, p. 331.
Égalités à cinq degrés, p. 98, * 163.
Égypte (stèles d'), p. 190.
Élasticité des corps isotropes, p. 93, * 1.
Électricité, pp. 111, 113, 115, 117, 118, 122, 123, 125, 140, 199, 201, 270, 417, 299, 332, 350, 771, 787.
Électrothérapie, pp. 199, 201, 270, * 771, 787.
Élimination (Prévision du temps par), p. 142.
Empoisonnement (Guérison), p. 271, * 880.
Émulsine (Localisation de l'), p. 163, * 593.
Énergie nerveuse du cerveau, p. 176.
Enfants (Dangers du sport pour les), pp. 207, 211.
Engrais (La tourbe), p. 278.
Enseignement (La routine dans l'), p. 330.
—— *secondaire*, p. 287.
—— *moderne*, p. 325.
—— *par l'aspect*, p. 327.
—— *national*, p. 328.
Entente monétaire, p. 306, * 1097.
Entérite pseudo-membraneuse, p. 253, * 831.
Enveloppements froids du thorax, p. 252, * 827.
Épidémie cholérique, p. 251, * 820.
Époque permienne, p. 163, * 583.
—— *houillère*, p. 163, * 588.
—— *du Renne*, p. 194, * 747.
Équations différentielles linéaires, p. 97, * 158.
—— (Résolution des), p. 106, * 285.
Équilibre des pièces de mécanique, p. 99.
—— *des régulateurs industriels*, pp. 102, 111.
Escarpolette (Théorie de l'), p. 105, * 278.
Espace à *n* dimensions, p. 103, * 257.
Essars (Des). — Discussion sur l'entente monétaire, p. 307.
—— — sur le régime monétaire, p. 309.
État écidien du Cronartium flaccidum, p. 168, * 628.
États-Unis (Voyage aux), p. 2.
—— Régime monétaire), p. 309.
—— (Sociétés de construction), p. 310, * 1118.
Étiologie de la neurasthénie, p. 204, * 800.
Euler (Carrés latins d'), p. 101, * 244.
Eure (Rivières de l') qui disparaissent, p. 155, * 496.
—— (Tombelles de l'âge du fer), p. 187.

Digitized by Google

Eure (Outils néolithiques de l'), p. 197.
—— (Cimetière dans l'), p. 196, * 761.
Évaporation des liquides, p. 116.
Excursion à la vallée de la Laize, p. 153.
—— lacustres dans les Pyrénées, p. 294, * 975.
Excursions générales, pp. 411, 413, 414.
Exercices de sport, pp. 207, 211.
Exposition de Chicago, p. 2.
Exsudats, p. 206, * 807.
Extrême-Sud algérien (Troupeaux de), p. 276.
Fabre (A.). — Développement des racines d'une équation, p. 97, * 149.
—— Intégrales des équations différentielles linéaires, p. 97, * 158.
—— Courbes algébriques planes, p. 98.
Falaise (Excursion à), p. 413.
Faluns de Bordeaux, p. 150, * 442.
Far-West, p. 40.
Faune de Glos, p. 150.
—— des côtes de Normandie, p. 381.
Fauvel (A.). — L'asymétrie, p. 172.
Fermat (Méthode de), p. 98, * 163.
Ferments figurés, p. 257.
Ferray (Ed.). — Rivières de l'Eure qui disparaissent, p. 155, * 496.
Feuilles (Structure des), p. 169, * 634.
Fibonacci (Suite de), p. 100, * 217.
Fibrome utérin, p. 201, * 787.
Filetages (Unification des), p. 110.
Finances de l'Association, p. 87.
Flacy (Polissoir de), p. 197, * 768.
Fleury (Dr de). — Traitement de l'insomnie, p. 265.
Flore algérienne, p. 161, * 552.
—— algologique, p. 162, * 559.
Fock. — Chemin de fer de Biskra à Ouargla, p. 300, * 1025.
Foin et feuilles de chêne, p. 281.
Fonctions physico-chimiques du milieu organique en état de santé ou de maladie, p. 257, * 833.
Fond obscur (Images accidentelles sur), p. 120, * 344.
Fontaneau (É.). — Équilibre d'élasticité, p. 93, * 1.
Fontès. — Suite de Fibonacci, p. 100, * 217.
Formigny de la Londe (A. de). — Les Sociétés d'horticulture, p. 277.
Formule d'interpolation de Lagrange, p. 100.
Foudre (Chutes de), p. 141, * 395.
Fouillée (Ouvrage de M.), p. 328.
Frénicle (Méthode de), p. 98, * 163.
Freundler (P.). — Pouvoir rotatoire des corps dissous, p. 130, * 363.
Friedel. — Les thiohypophosphates, p. 127.
Frolov (Gal M.). — Polygones inscrits et circonscrits, p. 100, * 226.
—— Courbes équidistantes, p. 101, * 235.
Frost (Révd) (Cubes magiques du), p. 98, * 163.
Fusion (Chaleur de) de la benzine, p. 116, * 325.
Gadeau de Kerville (H.). — Oiseaux monstrueux, p. 172, * 652.
Gaillac (Cimetière barbare), p. 193, * 744.
Gaillon (Outils néolithiques), p. 193.
Gain (E.). — Influence de la sécheresse sur les végétaux, p. 164.
—— — les tubercules de pomme de terre, p. 280, * 897.
Galante (É.). — Les finances de l'Association, p. 87.
Galliard (L.). — Épidémie cholérique à Sivas, p. 251, * 820.
Gallois (J.). — Outils néolithiques de N.-D. de la Garenne, p. 193.
—— Silex des environs de Rouen, p. 193.
Garonne (son bassin commercial), p. 295, * 995.
Garrigou-Lagrange. — Prévision du temps, p. 119.
—— Mesure de la composante verticale du vent, p. 136.
—— Action luni-solaire sur la pression barométrique, p. 138.
—— Grands mouvements de l'atmosphère, p. 139.
Gauchery (P.). — Hybride de Papaver, p. 165, * 607.
Gaule (Crânes néolithiques de la), p. 194.
Gauthiot. — Discussion sur la carte de la Terre, p. 289.
—— Possessions allemandes en Afrique, p. 300.
Genaille (H.). — Son calculateur, p. 105, * 272.
Géneau de Lamarlière. — Cronartium flaccidum, p. 168, * 628.
Génération (Durée de la), p. 311, * 1158.
Genese (R. W.). — Inégalité trigonométrique, p. 96, * 134.
—— Méthodes de Grassmann, p. 100, * 211.
Génie civil et militaire, p. 109, * 299.
Géodésie, p. 93, * 1.
Géographie dans l'enseignement secondaire, p. 287.
—— p. 286, * 907.
—— *médicale* de l'Orne, p. 202.
Géologie, p. 147, * 420.
—— *du bassin de Paris*, p. 152, * 471.
Géométrie descriptive, p. 96, * 82.
—— *générale*, p. 98, * 184.
—— *analytique* de l'espace, p. 102.
—— (Application au calcul des probabilités), p. 104, * 266.
Géométrografie, pp. 95, 96, * 55, 82.
Gin (G.). — Les ocres, p. 155, * 512.
Gisement de Saint-Michel, p. 154.
Gisements de Tunisie, p. 147, * 420.
Glascow (Hiver de 1767-1768), p. 140.

Digitized by Google

Glos (Faune de), p. 150.
Glypticien de la Meuse, p. 156, * 540.
Gob (A.). — Transformation d'un quadrangle, p. 106, * 294.
Goitre exophtalmique, p. 200, * 782.
Goldbach (Théorème de), p. 96, * 117.
Gordiens (Polymorphisme des), p. 179, * 659.
Gossart. — Analyses par homéotropie, p. 118.
—— Règle d'optique employée en minéralogie, p. 119.
Graines des conifères, p. 159, * 548.
Grassmann (Méthodes de), p. 100, * 211.
Gravas (Cimetière barbare), p. 193, * 744.
Gravé (D.-A.). — Une question de Tchébychef, p. 98, * 196.
Greffe (Soudure dans la), p. 162, * 571.
Grimal (X.). — Wagons sur route, p. 109.
Grimaux (E.). — Théories de la chimie organique, p. 28.
Grossesses prolongées, p. 268, * 869.
Grosseteste (W.). — Unification des filetages, p. 110.
Groult (Ed.). — Les biens Carnot, p. 318.
—— Dépopulation de la France, p. 326.
Groupe 1er, p. 93, * 1.
—— 2e, p. 115, * 319.
—— 3e, p. 147, * 420.
—— 4e, p. 273, * 885.
Guébhard (A.). — Physiologie de la vision, p. 121, 176.
—— Discussion sur le vérascope, p. 122.
—— Lointains en photographie, p. 124.
—— Baro-anémomètre, p. 143.
—— Tectonique des Alpes-Maritimes, p. 154, * 489.
Guelpa. — Traitement de la diphtérie, p. 258, * 839.
Guérin (A.). — Cicatrisation des brûlures, p. 203, * 789.
Guernesey (Excursion à), p. 414.
Guignard (L.). — Localisation de l'émulsine, p. 163, * 593.
Guilbault. — Comptabilité publique, p. 310, * 1132.
Guilbert. — Prévision du temps, p. 137, * 377.
—— Les trombes du Calvados, p. 138, * 384.
—— Discussion sur des chutes de foudre, p. 141.
Guimarães (R.). — Cônes du second degré, p. 94, * 50.
—— Discussion sur le calculateur Genaille, p. 105.
Gurnaud. — Ancienne et nouvelle sylviculture, p. 283.
Guyot (Y.). — Discussion sur le homestead, p. 312.
Guyot (Y.). — Les patrons, les employés et les ouvriers, p. 314.
—— Histoire économique de la France, p. 318.
Hallopeau (Dr). — Dermatite herpétiforme, p. 200.
—— Discussion sur le psoriasis, p. 256.
—— Dermographisme intense, p. 258, * 837.
—— Discussion sur la diphtérie, p. 259.
—— — sur une névrite périphérique, p. 260.
Haltes de chasse et de pêche, p. 194, * 747.
Hauts-Plateaux (Troupeaux des), p. 276.
Havre (Sol de la ville du), p. 148.
—— (Muséum du), p. 180.
Heim. — Genres Euptelea et Eucommia, p. 168.
—— Organogénie florale, p. 168, * 612.
Hélices nouvelles, p. 178.
Hématurie, p. 252, * 827.
Hémisphère boréale (Action luni-solaire à la surface de l'), p. 138.
Heterodera radicicola, p. 169, * 629.
Hexachlorophénol, p. 129.
Hiver de 1767-1768, p. 140.
Homéotropie (Analyse par), p. 118.
Homestead, p. 312.
Horticulture moderne, p. 1.
—— (Les Sociétés d'), p. 277.
Houzeau. — Discussion sur les phosphates, p. 276.
Hulot (Bon). — Colonisation française, p. 293, * 961.
Hybride de Papaver, p. 165, * 607.
Hydratation directe des carbures acétyléniques, p. 130.
Hygiène, p. 333, * 1207.
—— en France, p. 354, * 1207.
Hyperoodon rostratus, p. 180.
Hyperthermie au cours d'une scarlatine, p. 251, * 823.
Hypertrophie de la prostate, p. 252.
Idoteidæ des côtes de France, p. 180.
Image latente photographique, p. 118.
Images accidentelles sur fond obscur, pp. 120, 176, * 344.
Industrie (Progrès de l'), p. 28.
—— *électrique*, p. 122, * 350.
Inégalité trigonométrique, p. 96, * 134.
Infection et le rhumatisme chronique, p. 254, * 828.
Insectes diptères, p. 171.
Insomnie (Son traitement), p. 265.
Institut anti-rabique, p. 270.
Instruction scientifique des adultes, p. 324.
Intégrales des équations différentielles linéaires, p. 97, * 158.
Interpolation de Lagrange, p. 100.
Inventaire après décès, p. 262, * 849.
Isigny (Natalité du canton d'), p. 188, * 682.
Islande (Flore algologique d'), p. 162, * 559.

Digitized by Google

Isopodes terrestres, p. 180.
Jacquinet. — Dermographisme intense, p. 258, * 837.
Jaubert (J.). — Prévision du temps par élimination, p. 142.
Jeannel (J.). — L'anémoscaf, p. 109.
Jeanselme. — Goitre exophtalmique, p. 200, * 782.
Jersey (Excursion à), p. 414.
Jewett (Dr A.). — Épidémie cholérique à Sivas, p. 251, * 820.
Joret (C.). — Peiresc et Charles de l'Écluse, p. 167.
Jourdain (S.). — Trombidion holosericeum, p. 181.
Journal (Impression d'un) par la plume électrique, p. 125.
Journaux représentés au Congrès, p. 60.
Joyeux-Laffuie. — Hyperoodon rostratus, p. 180.
Juglar (C.). — Discussion sur l'histoire économique de la France, p. 320.
Jurassique de Normandie, p. 148.
Jury (Le crime devant le), p. 305, * 1057.
Kendir (Le), plante textile, p. 166.
Künckel d'Herculais (J.). — Invasions de sauterelles, p. 39.
—— Insectes diptères qui vivent aux dépens des orobanches, p. 171.
—— Sauterelles de l'Afrique australe, p. 177.
—— Discussion sur les animaux des puits du Bas-Sahara, p. 182.
—— Le Pays du Mouton, pp. 276, 291.
Labbé. — Enseignement national, p. 328.
Labbé (Dr D.). — De l'ozone, p. 260.
Lacs de montagnes, p. 145.
—— *intra-glaciaires*, p. 153, * 474.
Lagrange (Interpolation de), p. 100.
Laisant. — Répertoire bibliographique des sciences mathématiques, p. 95.
—— Discussion sur le théorème de Goldbach, p. 96.
—— Dérivée logarithmique d'un polynome entier, p. 99, * 208.
—— Discussion sur les coordonnées, p. 102.
—— Les mathématiques pures et les sciences d'application, p. 103.
—— Discussion sur le calculateur Genaille, p. 105.
Laize (Vallée de la), p. 153.
Lajard. — Stèles d'Égypte, p. 190.
Langue basque, p. 286, * 907.
Lantier (Dr). — Empoisonnements par l'arnica et les champignons, p. 271, * 880.
Launois (Dr P.-E.). — Atrophie de la prostate, p. 252.
Lavements froids, pp. 251, 252, * 823.
Lebel. — Cuisson du pain, p. 352.
Lebret. — Discours, p. 63.
Le Breton (L'abbé). — Discussion sur les trombes, p. 138.
Lecornu (L.). — Aires des podaires, p. 105, * 276.
—— Théorie de l'escarpolette, p. 105, * 278.
—— Déterminants wronskiens, p. 105, * 282.
Le Gendre (Le Dr). — Dangers des exercices de sport, p. 207.
—— Accidents cérébraux à forme maniaque, p. 251, * 823.
—— Néphrite aiguë avec hématurie, p. 252, * 827.
Léger. — Discussion sur la végétation des vases, p. 159.
Lémeray (E.-M.). — Question proposée par M. Stephanos, p. 102, * 252.
Lemoine (É.). — Notes de géométrie, p. 95.
—— Raport anharmonique et géométrografie, p. 95, * 55.
—— Géométrografie et géométrie descriptive, p. 96, * 82.
Lennier. — Sol de la ville du Havre, p. 148.
—— Ossements quaternaires, p. 148.
—— Société géologique de Normandie, p. 157.
Léotard. — Discussion sur la carte de la Terre, p. 288.
Le Roy (A.). — Pendule de temps moyen et de temps sidéral, p. 117, * 330.
Léry (Tombelle de), p. 187.
Levassort (Ch.). — Discussion sur l'insomnie, p. 265.
Levat (D.). — Gisements de Tunisie, p. 147, * 420.
—— Production des phosphates, p. 274, * 885.
Lévy (R.-G.). — Discussion sur la loi Roussel, p. 305.
—— — sur l'entente monétaire, p. 307.
—— Régime monétaire des États-Unis, p. 309.
Lhotte. — Polissoir du bois des Coudriers, p. 197, * 768.
Lials (Vases du XIIIe siècle des), p. 194, * 753.
Lignier (O.). — Végétaux fossiles de Normandie, p. 161.
—— Nervation des Cycadacées, p. 168, * 625.
Lippmann. — Photographie des couleurs, p. 1.
Liste des Bienfaiteurs, p. XVI.
—— *des Fondateurs*, p. XVII.
—— *des membres à vie*, p. XXIV.
—— *générale*, p. XXXVII.
—— des délégués officiels, p. 57.
—— — savants étrangers, p. 58.
—— — bourses de session, p. 58.
—— — Sociétés savantes, p. 59.
—— — journaux, p. 60.

Digitized by Google

Livon (Dr). — Institut antirabique de Marseille, p. 270.
Logique mathématique, p. 100, * 222.
Loi Roussel, p. 304, * 1047.
—— du 15 juillet 1893, p. 310, 333, * 1137.
—— *danoise* sur les brevets d'invention, p. 322.
—— *de protection de la santé publique*, p. 354, * 1207.
Lointains en photographie, p. 124.
Lophius piscatorius, p. 172.
Louis XVII (Ossements de), p. 196.
Louviers (Tombelle de Léry, près), p. 187.
Mabyre. — Carte des courriers de la poste et des lignes télégraphiques, p. 296.
Machines thermiques, p. 120.
Magnien. — Culture du blé en 1893-1894, p. 283.
Magnoliacées, p. 168, * 619.
Maillard (L.). — Problème cosmogonique, p. 98, * 200.
Maillet (Ed.). — Propriété des nombres, p. 101, * 242.
—— Carrés latins d'Euler, p. 101, * 244.
Maisons de Paris, p. 355.
Maladies contagieuses, pp. 334, 336, 347.
—— (Déclaration obligatoire), p. 354, * 1207.
—— infectieuses, p. 207, * 211.
Maldiney. — Image latente photographique, p. 118.
—— Bromure de potassium comme modérateur dans le développement, p. 118.
—— Développement photographique, p. 130.
Malvezin. — Réforme ortografique, p. 331, * 1200.
Manche (Polissoir de la), p. 190, * 705.
Manihot (Plantes du genre), p. 163, * 593.
Mannheim (Cel). — Conoïde de Plücker, p. 99, * 207.
Manufacture de porcelaine, p. 418.
Maragliano (Dr). — Pigmentation du sérum du sang, p. 206, * 807.
Marches du cavalier aux échecs, p. 102.
Mariott (W.). — Présentation de photographies, p. 141.
Marseille (Son institut antirabique), p. 270.
Martin (J.). — Vitesse des trains, p. 113, * 304.
—— Discussion sur les brevets d'invention, p. 322.
Mascart. — Electricité moderne, p. 64.
—— Discussion sur des chutes de foudre, p. 141.
Massage dans le traitement des dyspepsies, p. 204, * 794.
—— abdominal, p. 263.
Massart. — Discussion sur un cas de fibrome utérin, p. 202.
Mathématiques, p. 93, * 1.
—— *pures* et sciences d'application, p. 103.
Matrices (Équation de Cayley sur les), p. 106, * 285.
May-sur-Orne (Excursion à), p. 153.
Mane (L'abbé). — Observations faites à Caen, p. 135.
—— Discussion sur les trombes, p. 138.
—— L'hiver de 1767-1768, p. 140.
Mécanique, p. 93, * 1.
—— Equilibre des pièces de), p. 99.
—— (Mathématiques pures et), p. 103.
Médecine, p. 199, * 771.
—— *publique*, p. 333, * 1207.
Mesnard (E.). — Dégagement des odeurs, p. 170, * 644.
Mesure du temps et des angles, p. 290, * 941.
Météorologie, p. 133, * 369.
—— (Vérascope enregistreur en), p. 142.
—— *et agriculture*, p. 144, * 411.
Météorométrie, p. 142.
Méthodes de Grassmann, p. 100, * 211.
Meuse (Glypticien de la), p. 156, * 540.
Michel (H.). — Palafittes de Rougemont, p. 194, * 758.
Microbisme dans l'ongle incarné, p. 262, * 855.
Microscope de Vérick, pp. 120, 182, * 348.
Microtome, p. 165, * 599.
Migrations en France, p. 292.
Minéralogie (Règle d'optique employée en), p. 119.
—— p. 147, * 420.
Mirage marin, p. 144, * 405.
Misserghin (Dépôt de phosphate d'alumine), p. 148, * 437.
Missions françaises au Niger, p. 292, * 946.
Moa (Le), p. 183, * 673.
Modifications anatomiques, p. 169, * 629.
Monde du travail, p. 299.
—— (Théorie électro-dynamique du), p. 140.
Monnier (M.). — Souvenirs d'Amérique, p. 40.
Montagnes (Lacs de), p. 145.
Mont-Cerisy (Station néolithique), p. 190, * 722.
Montmorency (Hiver de 1767-1768), p. 140.
Monuments mégalithiques du Calvados, p. 191, * 727.
Mouvements louvoyants, p. 99.
—— *planétaires*, p. 115.
Mortillet (A. de). — Discussion sur les pierres amulettes, p. 185.
—— — sur les sépultures de Cébazat, p. 186.
—— — sur les sépultures hallstattiennes, p. 189.
—— Monuments mégalithiques du Calvados, p. 191, * 727.
—— Discussion sur la station néolithique d'Oléron, p. 192.
—— — sur des anneaux en pierre, p. 193.
—— — sur le cimetière de Muids, p. 197.

Digitized by Google

Mortillet (G. de). — Le coup de poing, p. 194, * 756.
Mouton (Le pays du), pp. 276, 291.
Muids (Cimetière de), p. 196, * 761.
Munroë (Doctrine de), p. 298, * 1017.
Muséums pédagogiques, p. 327.
Natalité (Relèvemant de la), p. 188, * 682.
Navigation, p. 109, * 299.
Néolithique oranais, p. 193, * 740.
Néphrite aiguë avec hématurie, p. 251, * 827.
Nepveu. — Cancer épithélial, p. 269.
—— Le Béribéri, p. 269, * 879.
Nervation des cycadacées, p. 168, * 625.
Neuberg. — Notes diverses, p. 103, * 261.
Neurasthénie, pp. 204, 205, * 800.
Névrite périphérique, p. 259.
New-York (Coup de Bourse à), p. 310, * 1118.
Neyreneuf. — Réfraction du son, p. 125, * 352.
Niel. — Végétation des vases de la Seine, p. 159, * 546.
Niger (Le), p. 292, * 946.
Nocard (Ed.) — La rage, p. 2.
Nombres (Propriété des), p. 101, * 242.
Nord (Carbonifère du), p. 156.
—— (Société géologique du), p. 157.
Nord-Ouest américain, p. 40.
Normandie (Jurassique de), p. 148.
—— (Opis jurassiques de), p. 150.
—— (Végétaux fossiles de), p. 161.
—— (Anneaux en pierre trouvés en), p. 192, * 738.
—— (Faune des côtes de), p. 381.
Notations des axes de coordonnées, p. 102.
Notre-Dame-de-la-Garenne (Outils néolithiques de), p. 193.
Nottelle. — Le Protectionnisme, p. 303, * 1038.
Noury. — Grossesses prolongées, p. 268, * 869.
Nuages (Photographie des), p. 137.
—— (Prévision du temps), p. 137, * 377.
Nutrition oxygénée, p. 177.
—— des tissus, p. 264.
Obock (Spirobacillus gigas des eaux d'), p. 174.
Observations météorologiques, p. 133.
—— faites à Caen, p. 135.
Ocagne (M. d'). — Surfaces de révolution, p. 94, * 11.
—— Discussion sur le répertoire bibliographique, p. 95.
Ocres naturelles, p. 155, * 512.
Octochlorophénol, p. 129.
Odeurs (Recherches sur le dégagement des), p. 170, * 644.
Œsophage (Diverticulum de l'), p. 206, * 813.
Oiseaux monstrueux, p. 172, * 652.
Oléron (Station néolithique de l'île d'), p. 192.
Oligurie, p. 252, * 827.
Ongle incarné, p. 262, * 855.
Opis jurassiques, p. 150.
Optique (Systèmes centrés), pp. 116, 118, * 319, 333.
—— (Démonstration d'une règle d'), p. 119.
—— (Appareil visuel), p. 120, * 338.
—— (Images accidentelles, p. 120, * 344.
—— (Microscope de Vérick), p. 120, * 348.
—— (Physiologie de la vision), p. 121.
Or (Prime sur l'), p. 310, * 1128.
Orages de 1894, p. 142, * 398.
Oran (Tertiaire des environs d'), p. 148, * 431.
—— (Hélices du département d'), p. 178.
—— (Néolithique du département d'), p. 193, * 740.
Orchite pneumonique, p. 266.
Oreille (Syphilis de l'), p. 207, * 816.
Organogénie florale, p. 168, * 612.
Orgues électriques, p. 117, * 332.
Orne (Excursion à May-sur-), p. 153.
—— (Station néolithique de l'), p. 190, * 722.
—— (Géographie médicale de l'), p. 202.
—— (Inventaire après décès dans l'), p. 262, * 849.
Orobanches (Insectes qui vivent aux dépens des), p. 171.
Ortografe (Sa réforme), p. 331, * 1200.
Ossature métallique, p. 110.
Ossements quaternaires, p. 148.
Otite moyenne scléreuse, p. 207, * 816.
Ouargla (Ligne de Biskra à), p. 300, * 1025.
Oudin. — De l'ozone, p. 260.
Oued Rir' (Puits de l'), p. 181, * 664.
Outils néolithiques, p. 193.
Ouvrage coréen, p. 286, * 913.
Ozone (De l'), p. 260.
Pachytylus sulcicollis Stal, p. 177.
Pain (Cuisson du), p. 352.
Palafittes de Rougemont, p. 194, * 758.
Pallary (P.). — Tertiaire des environs d'Oran, p. 148, * 431.
—— Phosphate d'alumine de Misserghin, p. 148, * 437.
—— Hélices nouvelles du département d'Oran, p 178.
—— Néolithique oranais, p. 193, * 740.
Papaver rhœas et P. Dubium, p. 165, * 607.
Parabichlorure de benzène, p. 129.
Pareto (W.) — Discussion sur l'entente monétaire, p. 308.
—— Changes étrangers, p. 321.
Paris (Hiver de 1767-1768), p. 140.
—— Géologie du bassin de), p. 152, * 471.
—— (Ossements de Louis XVII), p. 196.
—— Hauteur des maisons de), p. 355.

Digitized by Google

Parmentier (Gal). — Le cavalier aux échecs, p. 102.
Parmentier (P.). — Les Magnoliacées, p. 168, * 619.
Parties souterraines des plantes, p. 164, * 596.
Pathogénie et traitement de la diphtérie, p. 258, * 839.
Patrons, ouvriers et *employés* (Leur répartition), p. 314.
Pays de Caux (Ocre du), p. 155, * 512.
Peano (G.). — Logique mathématique, p. 100, * 222.
Pédagogie, p. 324, * 1191.
Peiresc, p. 167.
Pendule de temps moyen et de temps sidéral, p. 117, * 330.
Persicaire géante, p. 284.
Peron (A.). — Brachiopodes du crétacé de Ciply, p. 151, * 453.
—— Affleurement jurassique au N.-O. de Tebessa, p. 151, * 468.
—— Glypticien de la Meuse, p. 156, * 540.
Perpignan (Vertébrés des environs de), p. 155, * 528.
Perrier (Ed.). — Faune des côtes de Normandie, p. 381.
Perrier (G.). — Combinaisons doubles de chlorure d'aluminium et de chlorure ferrique, p. 128, * 360.
Peschard. — Orgues électriques, p. 117, * 332.
—— Le Moa, p. 183, * 673.
Petit (Dr L.-H. — Danger des exercices de sport dans la convalescence, p. 211.
Ptoses viscérales, p. 263.
Philippe. — Discussion sur le travail industriel, p. 334.
Philothion, p. 128.
Phobies neurasthéniques, pp. 204, 205, * 800.
Phosphate de chaux (Gisements), p. 148, * 420.
—— du quaternaire algérien, p. 148, * 431.
—— d'alumine de Misserghin, p. 148, * 437.
Phosphates (Production des), p. 274, * 885.
Photographie des couleurs, p. 1.
—— (Archives de), p. 22.
—— (Image latente), p. 118.
—— (Bromure de potassium en), p. 118.
—— du soleil, p. 119.
—— (Vérascope enregistreur), p. 122.
—— (Lointains en), p. 124.
—— (Développement en), p. 130.
—— des nuages, p. 137.
—— (Présentation de), p. 141.
—— de la trace laissée par la foudre, p. 141, * 395,
Physiologie, p. 171, * 652.
—— de la vision, pp. 121, 176.
—— pathologique des brûlures, p. 203, * 789.
Physique, p. 115, * 319.
—— *du globe*, p. 133, * 369.
Piette. — Gisement de Saint-Michel, p. 154.
—— Fouilles à Brassempouy, p. 187, * 675.
—— Discussion sur la dépopulation, p. 185.
Pigmentation du sérum, p. 206, * 807.
Pillet (J.). — Exposition de Chicago, p. 2.
Pisciculture dans le S.-O., p. 175.
Plante textile d'Asie centrale, p. 166.
Plantes en voie d'extinction, p. 161, * 552.
—— (Parties souterraines des), p. 164, * 596.
Plücker (Conoïde de), p. 99, * 207.
Pluies (Leur distribution à la surface du globe), p. 137.
Plume électrique (Impression par la), p. 125.
Podaires (Aire des), p. 105, * 276.
Poisson (J.). — Discussion sur la végétation des vases, p. 159.
—— — sur les conifères, p. 160.
Poissons d'eau douce du Tarn, p. 176, * 656.
Pôle Nord (régions avoisinantes), p. 301.
Polissoir de Saint-Cyr-du-Bailleul, p. 190, * 705.
—— du bois des Coudriers, p. 197, * 768.
Polygones inscrits et circonscrits, p. 100, * 226.
Polygonum Sachalinense, p. 284.
Polymorphisme des Gordiens, p, 179, * 659.
Polynome entier (Dérivé logarithmique d'un), p. 99, * 208.
Pomme de terre, p. 280, * 897.
Pommerol (Dr). — Discussion sur la dépopulation du Calvados, p. 183.
—— Double sépulture de Cébazat, pp. 185, 186.
—— Discussion sur les sépultures hallstattiennes, p. 189.
Porcelaine allant au feu, p. 418.
Pouvoir rotatoire des corps dissous, p. 130, * 363.
Présidents des Sections, p. 48.
—— au Congrès de Bordeaux.
Sections 1re et 2e, p. 107.
—— 3e et 4e p. 114.
—— 5e p. 126.
—— 6e p. 132.
—— 7e p. 146.
—— 8e p. 158.
—— 9e p. 170.
—— 10e p. 182.
—— 11e p. 198.
—— 12e p. 272.
—— 13e p. 285.
—— 14e p. 302.
—— 15e p. 323.
—— 16e p. 332.
—— 17e p. 357.
Pression barométrique (Action sur la), p. 138.

Digitized by Google

Prévision du temps, pp. 119, 137, 139, 142, * 377.
Prime sur l'or, p. 310, * 1128.
Prioleau (Dr). — Orchite pneumonique, p. 266.
Probabilités, p. 104, * 266.
Problème cosmogonique, p. 98, * 200.
Procès-verbaux des séances, p. 93.
Programme général de la session, p. 61.
—— des excursions, p. 411.
Programmes scolaires, p. 329.
Prophylaxie de la dégénérescence, p. 352.
Prostate (Atrophie de la), p. 252.
Protection du travail industriel, pp. 303, 333, * 1029.
Protectionnisme, p. 303, * 1038.
Psoriasis (Traitement), p. 255.
Puissance des systèmes centrés, p. 118, * 333.
Puits jaillissants de l'Oued Rir', p. 181, * 664.
Purpura infectieux, p. 270.
Puy-de-Dôme (Sépultures du), p. 185.
Pyrénées-Orientales (Vertébrés des), p. 155, * 528.
—— (Époque du Renne dans les), p. 194, * 747.
—— françaises et espagnoles, p. 294, * 975.
Quadrangle (Transformation d'un), p. 106, * 294.
Quaternaire algérien, p. 148, * 431.
Questions proposées à la discussion par les 1re et 2e Sections, p. 107.
—— par la 6e Section, p. 132.
—— par la 12e Section, p. 272.
Queva (C.). — Anatomie de la vanille, p. 162, * 577.
—— Modifications anatomiques, p. 169, * 629.
Quinone, p. 129.
Quinquinas (Alcaloïdes des), p. 131.
Racines des équations, pp. 97, 102, * 149, 252.
Radais (M.). — Graines des conifères, p. 159, * 548
—— Nouveau microtome, p. 165, * 599.
—— Emploi du Carmin boraté, p. 165, * 605.
Raffalovich. — Sociétés de constructions, p. 310, * 1118.
—— Coup de Bourse à New-York, p. 310, * 1128.
Raffard (N.-J.). — Mouvements louvoyants, p. 99.
Rage (Institut de Marseille), p. 270.
—— (Conférence), p. 2.
Ramond (G.). — Annuaire géologique, p. 152.
—— Actualités géologiques du Muséum, p. 152.
—— Géologie du bassin de Paris, p. 152, * 471.
Rapport anharmonique, p. 95, * 55.
Raveneau. — La géographie dans l'enseignement secondaire, p. 287.
Ravut. — Résolution des équations, p. 106, * 285.
Recherches historiques sur les doronics, p. 169, * 636.
—— *expérimentales* sur les odeurs, p. 170, * 644.
Récréation (Fondation de lieux de), p. 330.
Réduction des rétrodéviations utérines, p. 261, * 845.
Réforme ortografique, p. 331, * 1200.
Réfraction du son, p. 125, * 352.
Régime monétaire des États-Unis, p. 309.
Règlement, p. VII.
Régnault (F.). — Haltes de chasse de l'époque du Renne, p. 194, * 747.
Régnault (Dr F.-L.). — Stèles d'Égypte, p. 190.
—— Discussion sur le sport, pp. 215, 237.
—— Microbisme dans l'ongle incarné, p. 262, * 855.
—— Exagération du tremblement, p. 268, * 874.
Régulateurs industriels, pp. 102, 111.
Reims (Tumulus des environs de), p. 189, * 698.
Renault (B.). — Bactéries coprophiles, p. 163, * 583.
Répertoire bibliographique, p. 95.
Représentation proportionnelle, p. 306, * 1079.
Rétrodéviations utérines, p. 261.
Rey-Pailhade (de). — Le philothion, p. 128.
—— Noms des familles des corps chimiques, p. 130.
—— Nutrition oxygénée des tissus, pp. 177, 264.
—— Mesure du temps et des angles, p. 290, * 941.
Rhumatisme chronique, p. 254, * 831.
Richard (J.). — Le vérascope en météorologie, pp. 122, 142, 143.
Rivière (E.). — Grottes des Combarelles, p. 149.
—— Grotte de Rey, p. 149.
—— Grotte de la Fontaine, p. 149, * 439.
—— Recherches à Cro-Magnon, p. 149.
—— Ateliers néolithiques, p. 190.
—— Polissoir, p. 190, * 705.
—— Grottes de la Dordogne, p. 190, * 709.
—— Station néolithique, p. 190, * 722.
—— Un inventaire après décès, p. 262, * 849.
Rivières de l'Eure qui disparaissent, p. 155, * 496.
Rolland (G.). — Accroissement des températures avec la profondeur, p. 145, * 413.
—— Animaux vivants des puits sahariens, p. 181, * 664.

Digitized by Google

Rouen (Silex des environs de), p. 193.
Rougemont (Palafittes de), p. 194, * 758.
Rougeole en voyage, p. 352, * 1211.
Roulottiers (Dissémination des maladies contagieuses), pp. 334, 336, 347, 354.
Route (Wagons sur), p. 109.
Rouveix. — Fibrome utérin, p. 201, * 787.
Rouville (Et. de). — Amphipode nouveau, p. 173.
—— Études sur le tube digestif, p. 181.
Russell (W.). — Influence du climat sur les feuilles, p. 169, * 634.
Sabatier (A.). — Spermatogenèse des Sélaciens, p. 173.
Sagnier. — Discussion sur les phosphates, p. 275.
—— — sur le Pays du Mouton, p. 276.
Sahara (Bas-) algérien, p. 145, * 413.
—— algérien, p. 181, * 664.
Saint-Cyr-du-Bailleul (Polissoir de), p. 190, * 705.
Saint-Germain (de). — Discussion sur le répertoire bibliographique, p. 95.
—— Notations des axes de coordonnées, p. 102.
Saint-Michel (Gisement de), p. 154.
Saint-Pétersbourg (Choléra à), p. 356.
Saintonge (Agriculture en), p. 273.
Salles. — Discussion sur le sport, p. 239.
Salmin. — Protection du travail, pp. 303, 333, * 1029.
Salmon. — Crânes néolithiques de la Gaule, p. 194.
Sang humain, p. 206, * 807.
Santé publique (Loi sur), p. 354, * 1207.
Saugrain (G.). — Le Homestead, pp. 312, 313.
Sauterelles (Invasion de), p. 39.
—— de l'Afrique australe, p. 177.
Sauveur (Méthode de), p. 98, * 163.
Savants étrangers, p. 58.
Scarlatine, p. 251, * 823.
Schoute (P.-H.). — Espace à *n* dimensions, p. 103, * 257.
Sciences mathématiques, p. 93, * 1.
—— (Répertoire bibliographique des), p. 95.
—— *d'application* (Mathématiques pures et), p. 103.
—— *physiques et chimiques*, p. 115, * 319.
—— *naturelles*, p. 147, * 420.
—— *médicales*, p. 199, * 771.
—— *économiques*, p. 273, * 885.
Sclérodermie, p. 200, * 782.
Séance d'ouverture, p. 63.
Séances de Sections, p. 93, * 1.
Sécheresse (Influence sur les végétaux), p. 164.
—— et tubercules des pommes de terre, p. 280, * 897.
Secrétaires des Sections, p. 48.
Sections 1re et 2e, p. 93, * 1.
—— 3e et 4e, p. 109, * 299.
—— 5e, p. 115, * 319.
—— 6e, p. 127, * 357.
—— 7e, p. 133, * 369.
—— 8e, p. 147, * 420.
—— 9e, p. 159, * 546.
—— 10e, p. 171, * 652.
—— 11e, p. 183, * 673.
—— 12e, p. 199, * 771.
—— 13e, p. 273, * 885.
—— 14e, p. 286, * 907.
—— 15e, p. 303, * 1029.
—— 16e, p. 324, * 1191.
—— — (Son changement de titre), p. 328.
—— 17e, p. 333, * 1207.
Seine (Vases de la), p. 159, * 546.
—— (Anneaux en pierre du bassin de la), p. 192, * 738.
Sélaciens (Spermatogenèse des), p. 173.
Sépulture double de Cébazat, p. 185.
Sépultures hallstattiennes, p. 189, * 698.
Sérum du sang humain, p. 206, * 807.
Shoolbred (J.-N.). — Discussion sur les filetages, p. 111.
—— Chemins de fer électriques, p. 111, * 299.
—— Industrie électrique, p. 122, * 350.
Sieur. — Observations météorologiques dans les Deux-Sèvres et la Vienne, p. 135, * 369.
—— Chutes de foudre signalées à la Commission météorologique des Deux-Sèvres, p. 141, * 395.
Silex des environs de Rouen, p. 193.
Simmons. — Calcul des probabilités, p. 104, * 266.
Sirodot. — Squelette de Lophius piscatorius, p. 172.
Sivas (Épidémie cholérique à), p. 251, * 820.
Société géologique du Nord, p. 157.
Sociétés savantes représentées au Congrès, p. 59.
—— *de construction*, p. 310, * 1118.
Sol (Son influence), p. 164, * 596.
Son (Réfraction du), p, 125, * 352.
Soudure dans la greffe, p. 162, * 570.
Spermatogenèse des Sélaciens, p. 173.
Sphère (Surfaces de révolution applicables sur la), p. 94, * 11.
Spirobacillus gigas, p. 174.
Squelette de Lophius piscatorius, p. 172.
Station néolithique, p. 190, 192, * 727.
—— *minéro-thermale* de l'Ouest, p. 206, * 809.
—— *d'électricité* de Caen, p. 417.
Statistique, p. 303, * 1029.
Statuts, p. III.
Stèles d'Égypte, p. 190.
Stéphanos (Question posée par M.) dans l'*Intermédiaire*, p. 102, * 252.
Suggestion hypnotique, p. 331.
Suite de Fibonacci, p. 100, * 217.

Digitized by Google

Sulfophosphures (Nouvelle série de), p. 127.
Surface focale dans les systèmes centrés, p. 116, * 319.
Surfaces de révolution, p. 94, * 11.
—— *courbes*, p. 94.
Sylviculture, p. 283.
Syphilis héréditaire, p. 207, * 816.
Système électro-dynamique, p. 115.
—— *décimal* et mesure du temps et des angles, p. 290, * 941.
Systèmes centrés, pp. 116, 118, * 319, 333.
Table analytique, * 1221.
Tables des matières, p. 423, * 1237.
Tardy. — Déviations magnétiques, p. 152.
Tarn (Poissons d'eau douce du), p. 176, * 656.
—— (Cimetière barbare du), p. 193, * 744.
—— *et-Garonne* (Vases du XIIe siècle), p. 194, * 753.
Tarry (G.). — Géométrie générale, p. 98, * 184.
Tarry (H.). — Impression par la plume électrique, p. 125.
—— Discussion sur la prévision du temps, p. 139.
—— Promotions de l'École Polytechnique, p. 309.
Taverni (R.). — Discussion sur le Homestead, p. 313.
—— L'antiquité au point de vue social, p. 321.
—— L'écriture verticale substituée à l'oblique, p. 327.
—— Muséums pédagogiques, p. 327.
—— Discussion sur le changement de titre de la 16e Section, p. 329.
—— — sur les programmes scolaires, p. 329.
—— Divinum rationnel de la conscience humaine, p. 329.
—— Fondation de lieux de récréation, p. 330.
Tebessa (Jurassique du Nord-Ouest de), p. 151, * 468.
Tectonique des Alpes-Maritimes, p. 154, * 489.
Teisserenc de Bort (L.). — Observations météorologiques, p. 133.
—— Discussion sur la mesure de la composante verticale du vent, p. 136.
—— — sur l'année météorologique, p. 137.
—— — sur la photographie des nuages, p. 137.
—— — sur la prévision du temps, p. 138.
—— — sur les trombes, p. 138.
—— — sur l'action luni-solaire, p. 139.
—— — sur le vérascope, p. 143.
Température des lacs de montagnes, p. 145.
Températures (Accroissement des) dans le Bas-Sahara, p. 145, * 413.
Temps moyen et temps sidéral, p. 117, * 330.
Tension superficielle et évaporation des liquides, p. 116.
Terrain crétacé de Ciply, p. 151, * 453.
Terre (Carte de la), p. 288, * 915.
Tertiaire des environs d'Oran, p. 148, * 431.
Tête. — Dermatite herpétiforme, p. 200.
Théorème de Golbach, p. 96, * 117.
Théorie des combinaisons chimiques, p. 96, * 102.
—— électro-dynamique du monde, p. 140.
—— mathématique des changes, p. 321, * 1180.
Thérapeutique par les ferments figurés, p. 257.
Thermodynamique, pp. 120, 176.
Thiohypophosphates, p. 127.
Thorax (Enveloppements froids du), p. 252, * 827.
Tison (Dr E.). — Purpura infectieux, p. 270.
—— Dissémination des maladies contagieuses par les roulottiers, p. 334.
—— Discussion sur le typhus, p. 349.
—— — sur la cuisson de la viande, p. 353.
—— La Tuberculose, p. 353.
Tissié (Dr Ph.). — Discussion sur les Phobies neurasthéniques, p. 205.
—— Discussion sur les exercices de sport, pp. 214, 218.
—— — sur le titre de la 16e Section, p. 329.
—— Programmes scolaires, p. 329.
Tombelle de l'âge du fer, p. 187.
Tourbe (Litière et engrais), p. 278.
Trabaud. — Discussion sur le sport, p. 240.
—— Changement de titre de la 16e Section, p. 328.
Trains (Vitesse des), p. 113, * 304.
Traitement électrolytique, p. 199, * 771.
Tramways (Rendement des), p. 317.
Travail industriel, p. 333.
Travaux imprimés présentés :
Aux 1re et 2e Sections, p. 108
à la 5e — p. 126.
7e — p. 146.
8e — p. 158.
9e — p. 170.
14e — p. 302.
15e — p. 323.
17e — p. 357.
Travers (E.). — Un traité sur le cidre, p. 279.
Tréfilerie (Jauges de), p. 110.
Trélat. — Discussion sur le travail industriel, p. 334.
—— — sur le typhus, p. 348.
—— Maisons de Paris, p. 355.
Tremblement (Moyen de l'exagérer), p. 268, * 874.

Digitized by Google

Tremblements de terre, p. 142, * 398.
Trombes dans le Calvados, p. 138, * 384.
Trombidion holosericeum, p. 181.
Tube digestif (Etude sur le), p. 181.
Tuberculose (Causes fréquentes de), p. 353.
Tumeurs (Traitement des), p. 199, * 771.
Tumulus des environs de Reims, p. 189, * 698.
Tunisie (Gisements de phosphate de chaux), p. 148, * 420.
Turgot et la famille royale, p. 317.
Turkestan (Coton du), p. 166.
Turquan. — Migrations en France, p. 292.
—— Durée de la génération, p. 311, * 1158.
Typhus, pp. 334, 336, 347.
—— *exanthématique*, p. 342.
—— *parisien*, p. 270.
Urine pendant une poussée de dermatite herpétiforme, p. 200.
Urines insuffisantes dans la scarlatine, p. 251, * 823.
Urticaire dermographique, p. 258, * 837.
Vaccin de génisse, p. 267, * 866.
Vagabonds et maladies contagieuses, pp. 334, 336, 347.
Vallée de la Vère (Excursion à la), p. 413.
Van der Mensbrugghe. — Tension superficielle et évaporation des liquides, p. 116.
Vanille (Anatomie de la), p. 162, * 577.
Variole, p. 334.
—— à Château-Landon, p. 352, * 1215.
Vaschy. — Actions en raison inverse du carré des distances, p. 97, * 141.
Vases du XIIIe siècle, p. 194, * 753.
Vauthier (L.-L.). — La routine dans l'enseignement, p. 330.
Végétation des vases, p. 159, * 546.
Végétaux fossiles, p. 161.
—— *herbacés*, p. 164.
Vent (Composante verticale du), p. 136.
—— (force motrice en agriculture), p. 280.
Vérascope (Le), en météorologie, pp. 122, 142.
Vérick (Microscope de), pp. 120, 182, * 348.
Vertébrés découverts aux environs de Perpignan, p. 155, * 528.
Viande (Cuisson de la), p. 352.
Vidal (F.). — Mirage marin, p. 144, * 405.
Vidal (L.). — Archives photographiques, p. 22.
Vienne (Observations météorologiques dans la), p. 135, * 369.
Vigot (Dr). — Diverticulum de l'œsophage p. 206, * 813.
Villefranche-sur-Cher (La rougeole à), p. 352, * 1211.
Villot (A.). — Polymorphisme des Gordiens, p. 179, * 659.
Virulence du vaccin de génisse, p. 267, * 866.
Vision (Physiologie de la), pp. 121, 176.
Visites scientifiques et industrielles, p. 411.
Vœux émis par les Sections :
Par les 12e, 16e et 17e réunies, p. 271.
Par la 14e, p. 301.
Par la 17e, p. 356.
Voulquin (G.). — Discussion sur le sport, p. 237.
Voyage d'ingénieurs, p. 2.
Wagons pour route, p. 109.
Weber. — La tourbe, litière et engrais, p. 278.
—— Discussion sur le typhus, p. 348.
—— — sur la cuisson de la viande, p. 353.
Weiss (Dr G.). — Systèmes centrés, p. 118, * 333.
Xambeu. — Agriculture en Saintonge, p. 273.
—— Discussion sur les courbes d'égal calcaire, p. 274.
—— Feuilles de chêne et foin, p. 281.
Yonne (Polissoir de), p. 197, * 768.
Yvernès. — Discussion sur la loi Roussel, p. 305.
—— Le crime et le criminel devant le jury, p. 305, * 1057.
—— Discussion sur la répartition des patrons, ouvriers et employés, p. 316.
Zenger. — Système électro-dynamique, p. 115.
—— Photographie du soleil, p. 119.
—— Discussion sur le vérascope, p. 122.
—— — sur les trombes, p. 138.
—— Théorie électro-dynamique du monde, p. 140.
—— Les aurores boréales, p. 142.
—— Tremblements de terre, p. 142, * 398.
Zoologie, p. 171, * 652.

Digitized by Google

TABLE DES MATIÈRES

SECONDE PARTIE

NOTES ET MÉMOIRES

[T 2 a] FONTANEAU (E.). — Sur l'équilibre d'élasticité des corps isotropes. 1
[O 6 k] D'OCAGNE (M.). — Sur les surfaces de révolution applicables sur la sphère. 11
[P 6 f] COLLIGNON (Éd.). — Nombreuses applications d'une construction géométrique élémentaire 14
[L² 2 c] GUIMARÃES (R.). — Sur les sections planes des cônes quelconques du second degré. 50
[K 21 a δ] LEMOINE (E.). — Le raport anharmonique étudié au point de vue de la géométrografie. 55
[K 21 a δ] — — Aplication de la géométrografie à la géométrie descriptive 82
[J 1 b] DELANNOY (H.). — Sur les arbres géométriques et leur emploi dans la théorie des combinaisons chimiques 102
[I 9 c] CANTOR (G.). — Vérification jusqu'à 1000 du théorème empirique de Goldbach. 117
[K 20 e] GENESE (R.-W.). — Sur une inégalité trigonométrique 134
[U] DEMONFERRAND (H.). — Calendrier perpétuel 135
[R 5] VASCHY. — Théorème général sur les actions en raison inverse du carré des distances 141
[D 6 c] FABRE (A.). — Développement en série des racines d'une équation 149
[H 4 a] — — Développement en série des intégrales des équations différentielles linéaires. 158
[Q 4 b α] COCCOZ. — Construction des carrés magiques avec des nombres non consécutifs. — Rappel de quelques méthodes de Frenicle, de Fermat, de Sauveur. — Carrés composants des cubes magiques de 7 du Rév. Frost. — Carrés impairement pairs magiques aux deux premiers degrés. — Égalités à cinq degrés. . . . 163
[Q 1 d] TARRY (G.). — Géométrie générale. — Les Droites et les Plans. 184
[U 10 b] GRAVÉ (D.-A.). — Sur une question de Tchébychef 196
[U] MAILLARD (L.). — Contribution à l'étude du problème cosmogonique. 200
[M² 7 b-γ] MANNHEIM (le Cel A.). — Sur une transformation du conoïde de Plücker. 207
[C 1 a] LAISANT (C.-A.). — Extension de l'expression de la dérivée logarithmique d'un polynôme entier 208

Digitized by Google

[B 12]c Genese (R.-W.). — Sur l'enseignement des méthodes de Grassmann . . . 211
[H 12 d] Fontès. — Sur quelques particularités de la suite de Fibonacci 217
[V 1 a] Péano (G.). — Notions de logique mathématique. 222
[K 9 a] Frolov (le Gal M.). — Sur les polygones circonscrits et inscrits. 226
[O 2 b] — — Sur les courbes équidistantes 235
[I 1] Maillet (Ed.). — Sur une propriété des nombres représentés dans un système de numération de base quelconque 242
[Q 4 b α] — — Sur les carrés latins d'Euler. 244
[D 1 a] Lémeray. — Sur les conditions de convergence de certains développements vers les racines des équations. 252
[K 14 g] [P 6 g] Schoute (P.-H.). — Sur trois divisions régulières de l'espace à n dimensions 257
[K 2] [O 2 e] [P 1 f] Neuberg (J.). — Notes diverses 261
[J 2 f] Simmons (le Rd T. C.). — Application de la géométrie à la résolution d'une classe de problèmes relatifs au calcul des probabilités 266
[X 7] Genaille (H.). — Le calculateur Henri Genaille 272
[O 2 q α] Lecornu (L.). — Sur les aires des podaires 276
[R 8 e] — — Théorie de l'escarpolette 278
[B 1 c] — — Sur les déterminants wronskiens 282
[A 3 k] Ravut. — Résolution des équations des deuxième, troisième et quatrième degrés en prenant pour point de départ l'équation identique de Cayley sur les matrices 285
[K 8 a] Gob (A.). — Transformation d'un quadrangle. 294
Shoolbred (J.-N.). — Sur les chemins de fer électriques en Angleterre en 1893. . 299
Martin (J.). — Avantages et inconvénients résultant de la grande vitesse des trains. 304
Broca (Dr A.). — Sur la courbure de la surface focale dans les systèmes centrés. . 319
Demerliac. — Chaleurs spécifiques et de fusion de la benzine C^6H^6. 325
Le Roy (Aug.). — Sur une pendule de temps moyen et de temps sidéral. 330
Peschard. — Les orgues électriques 332
Weiss (G.). — La puissance des systèmes centrés. 333
Broca (Dr A.). — Sur le fonctionnement de l'appareil nerveux visuel 338
— — Essai de théorie des images accidentelles sur fond obscur. . . . 344
— — Sur un microscope de M. Vérick 348
Shoolbred (J.-N.). — L'industrie électrique en Angleterre en 1893. 350
Neyreneuf. — Sur la réfraction du son. 352
Despierres (A.). — Sur un composé phosphazoté. 357
Perrier (G.). — Combinaisons doubles des chlorures anhydres d'aluminium et de fer avec un certain nombre de composés organiques. 360
Freundler (P.). — Sur le pouvoir rotatoire des corps dissous 363
Sieur. — Note sur des observations météorologiques anciennes faites dans les départements des Deux-Sèvres et de la Vienne 369
— — Sur la température des sources du département des Deux-Sèvres. . . . 375
Guilbert (G.). — De la prévision du temps par l'observation simultanée du baromètre et des nuages 377
— — Les trombes dans le Calvados, éléments météorologiques nécessaires à leur formation. 384
Zenger (Ch.-V.). — L'électricité cosmique et les mouvements planétaires. 389
Sieur. — Note sur quatre chutes de foudre 395
Zenger (Ch.-V.). — Les orages et les tremblements de terre en mai 1894 398
Vidal (F.). — Sur le mirage marin. 405
Deneux (H.). — Sur la météorologie appliquée aux travaux de l'agriculture . . . 411
Rolland (G.). — Température des eaux artésiennes du Bas-Sahara algérien (Oued Rir' et Ouargla) et loi d'accroissement des températures avec la profondeur. . . 413
Levat (D.). — Gisements de phosphate de chaux et gisements de calamine de la Tunisie 420

Digitized by Google

PALLARY (P.). — Étude des dépôts phosphatés des environs d'Oran. 431
— — Sur un nouveau gisement de phosphate d'alumine. 437
RIVIÈRE (É.). — Grotte de la Fontaine (Dordogne) 439
COSSMANN. — Sur quelques formes nouvelles ou peu connues des faluns du Bordelais 442
PÉRON (A.). — Les brachiopodes du terrain crétacé supérieur de Ciply (Belgique). 453
— — Sur l'existence présumée d'un affleurement du terrain jurassique moyen au nord-ouest de Tebessa (Algérie). 468
RAMOND (G.). — Étude de géologie sur le bassin de Paris. — Note sommaire sur l'aqueduc-égout de Clichy-Achères 471
BELLOC (É.). — Étude sur les lacs intra-glaciaires. 474
GUÉBHARD (A.). — Tectonique d'un coin difficile des Alpes-Maritimes. 489
FERRAY (Éd.). — Les rivières du département de l'Eure qui disparaissent. — Leur cours souterrain. — Leurs points de réapparition. 496
GIN (G.). — Des ocres 512
DONNEZAN (Dr A.). — Découverte de vertébrés fossiles faites dans les environs de Perpignan. 528
PERON (A.). — Sur un gisement d'échinodermes du glypticien de la Meuse . . . 540
NIEL (E.). — Remarques sur la végétation des vases provenant des dragages de la Seine. 546
RADAIS (M.). — Sur un appareil conducteur dans les graines de quelques conifères. 548
BATTANDIER. — Considérations sur les plantes réfugiées, rares ou en voie d'extinction de la flore algérienne 552
BELLOC (É.). — La flore algologique d'eau douce de l'Islande. 559
DANIEL (L.). — Étude anatomique sommaire sur les débuts de la soudure dans la greffe. 571
QUEVA (C.). — Anatomie de la tige de la vanille. 577
RENAULT (B.) et BERTRAND (C.-Eg.). — Premières observations sur des bactéries coprophiles de l'époque permienne 583
BERTRAND (C.-Eg.). — Sur une nouvelle centradesmide de l'époque houillère. . . 588
GUIGNARD (L.). — Sur l'existence et la localisation de l'émulsine dans les plantes du genre « Manihot » 593
DUFOUR (L.). — Influence du sol sur les parties souterraines des plantes. . . . 596
RADAIS (M.). — Sur un nouveau microtome 599
— — Sur un nouveau mode de préparation et d'emploi du carmin boraté 605
GAUCHERY (P.). — Note sur un hybride obtenu expérimentalement entre le « papaver rhœas » et le « papaver dubium ». 607
HEIM (Dr F.). — Organogénie florale du « Diospyros Lotus » 612
PARMENTIER (P.). — Contribution à l'étude des magnoliacées 619
LIGNIER (O.). — La nervation des cycadacées est dichotomique. 625
GÉNEAU DE LAMARLIÈRE. — Sur l'état écidien du « cronartium flaccidum wint ». . 628
QUEVA (C.). — Modifications anatomiques provoquées par l'« heterodera radicicola » Mull. dans les tubercules d'une dioscorée 629
RUSSELL (W.). — Contribution à l'étude de l'influence du climat sur la structure des feuilles 634
BONNET (Dr Ed.). — Recherches historiques, bibliographiques et critiques sur quelques espèces de doronics. 636
MESNARD (E.). — Recherches expérimentales sur le mode de dégagement des odeurs en présence des agents extérieurs 644
GADEAU DE KERVILLE (H.). — Sur l'existence de trois cæcums chez des oiseaux monstrueux 652
CARAVEN-CACHIN (A.). — Catalogue des poissons des eaux douces du département du Tarn 656
VILLOT (A.). — Le polymorphisme des Gordiens 659

Digitized by Google

ROLLAND (G.). — Phénomène des animaux rejetés vivants par les puits jaillissants de l'Oued Rir' (Bas-Sahara algérien). 664
PESCHARD (A.). — Le moa et son extermination par l'homme. 673
PIETTE (Ed.). — Nouvelles fouilles à Brassempouy. 675
DUMONT (A.). — La natalité dans le canton d'Isigny (Calvados). 682
BOSTEAUX-PARIS. — Découverte de sépultures de l'époque hallstattienne et tumulus des environs de Reims. 698
RIVIÈRE (É.). — Le polissoir de Saint-Cyr du Bailleul (Manche) ou « pierre qui coupe la fièvre ». 705
— — Nouvelles recherches anthropologiques et paléontologiques dans la Dordogne 709
— — Ateliers néolithiques et ruines du moyen âge du mont de Cerisy (Orne) 722
DE MORTILLET (A.). — Les monuments mégalithiques du Calvados. 727
COUTIL (L.). — Anneaux en pierre trouvés en Normandie et spécialement dans le bassin de la Seine 738
PALLARY (P.). — Le néolithique oranais. 740
CARAVEN-CACHIN (A.). — Le cimetière barbare du Gravas, près Gaillac (Tarn). . . 744
RÉGNAULT (F.). — Les haltes de chasse et de pêche de l'époque du Renne 747
CARAVEN-CACHIN (A.). — Découverte de vases à bec à traverse intérieure du XIIIe siècle aux Lials (Tarn-et Garonne). 753
DE MORTILLET (G.). — Le coup de poing ou instrument primitif 756
MICHEL (H.). — Découverte de palafittes à Rougemont (Doubs). 758
COUTIL (L.). — Cimetière gallo-romain et mérovingien de Muids (Eure). 761
LHOTTE. — Polissoir du bois des Coudriers, commune de Flacy (Yonne) 768
DARIN (Dr G.). — Traitement des tumeurs par l'électrolyse. — Observation d'un immense papillome (?) de la face détruit par ce procédé . . 771
— — Nouveau procédé d'anesthésie chirurgicale. 777
JEANSELME (Dr). — Sur la coexistence du goitre exophtalmique et de la sclérodermie 782
ROUVEIX (Dr). — Sur un cas de fibrome utérin traité par les courants continus. 787
GUÉRIN (A.). — Physiologie pathologique de la cicatrisation des brûlures 789
CAUTRU (Dr F.). — De l'emploi des agents physiques et en particulier du massage dans le traitement des dyspepsies. 794
BÉRILLON (Dr). — Les phobies neurasthéniques. — Étiologie et traitement psychothérapique 800
MARAGLIANO (Dr). — La pigmentation du sérum du sang humain et des exsudats. 807
CENSIER (Dr E.). — Bagnoles-de-l'Orne, la station minéro-thermale de l'ouest. . 809
VIGOT (Dr). — Diverticulum de l'œsophage 813
CHAMBELLAN (Dr). — Deux observations de syphilis héréditaire de l'oreille se manifestant sous forme d'otite moyenne scléreuse 816
GALLIARD (Dr L.). — Une épidémie cholérique à Sivas (Asie Mineure) en 1894. . 820
LE GENDRE (Dr P.). — Accidents cérébraux à forme maniaque avec hyperthermie, au dix-neuvième jour d'une scarlatine; coïncidence de leur apparition avec une oligurie sans albuminurie et de la guérison avec le retour de la sécrétion urinaire. — Utilité des bains froids et surtout tièdes et des lavements froids, multipliés, comme diurétiques. 823
— — Néphrite aiguë, hématurie et oligurie au cours d'une bronchopneumonie, guérison par les enveloppements froids réitérés du thorax et les lavements froids. 827
CHARRIN (Dr A.). — Le rhumatisme chronique et l'infection 828
— — Fréquence de l'entérite pseudo-membraneuse; sa forme cachectique 831
CHIAÏS (Dr F.). — Sur la non-identité des fonctions physico-chimiques du milieu organique humain en état de santé et en état de maladie. 833
HALLOPEAU et JACQUINET. — Contribution à l'étude physiologique de l'urticaire dermographique. 837

Digitized by Google

GUELPA (Dr G.). — Pathogénie et traitement de la diphtérie 839
BATCAUD (Dr J.). — De l'emploi d'une nouvelle tige intra-utérine pour faciliter la réduction manuelle des rétrodéviations utérines. 845
RIVIÈRE (É.). — Inventaire après décès du sieur des Rondeaux, docteur en médecine, bourgeois de Condé-sur-Noireau 849
RÉGNAULT (Dr F.). — Le microbisme dans l'ongle incarné 855
BILHAUT (Dr). — Traitement chirurgical de la coxalgie. 859
CHAUMIER (Dr E.). — Quelques réflexions sur la virulence du vaccin de génisse. . 866
NOURY (Dr). — Sur les grossesses prolongées 869
AZOULAY (Dr) et RÉGNAULT (Dr F.). — Sur un moyen pratique d'exagérer le tremblement 874
NEPVEU (Dr G.). — Nature et pathogénie du Béribéri. 879
LANTIER (Dr). — Observations d'empoisonnement par l'arnica et par les champignons. 880
LEVAT (D.). — État actuel de la production et de la consommation des phosphates. 885
GAIN (Ed.). — Influence de la sécheresse sur les tubercules de pomme de terre. 897
DE CHARENCEY (Comte). — Fragment d'un dictionnaire étymologique de la langue basque 907
CHEVALIER (H.). — Analyse de l'ouvrage coréen « Tjik syeng haing nyen hpyen nan » (Guide pour rendre favorable l'étoile qui garde chaque homme et pour connaître les destinées de l'année) 913
BARBIER (J.-V.). — Le projet de carte de la terre à l'échelle de 1/1.000.000. . . 915
REY-PAILHADE (J. de). — Projet d'application du système métrique à la mesure des angles et du temps. 941
DE BÉHAGLE. — Niger, Bénoué et les droits de la France. 946
HULOT (Baron). — Origine de la colonisation française aux Antilles. 961
BELLOC (É.). — Nouvelles explorations lacustres dans les Pyrénées-Orientales, dans la Haute-Garonne, dans les Hautes-Pyrénées et sur le versant espagnol . . 975
DUPONT (H.). — Bassin commercial de la Garonne. 995
DRAPEYRON (L.). — Enquête à instituer sur l'exécution de la grande carte topographique de France de Cassini de Thury 1011
CASTONNET DES FOSSES. — L'Amérique il y a cent ans 1014
CRAVOISIER. — La doctrine de Munroë. — L'Amérique aux Américains.— Conséquences économiques 1017
FOCK. — Le chemin de fer de Biskra à Ouargla 1025
BLAISE et SALMIN. — La protection du travail industriel 1029
NOTTELLE. — Le protectionnisme. 1038
BARTHÈS. — Revision de la loi Roussel. 1047
YVERNÈS (E.). — Le crime et le criminel devant le jury. 1057
CURIE (J.). — La représentation proportionnelle. — Application détaillée de la solution proposée par l'auteur 1079
CAYLA. — Un système monétaire international à opposer à la ligue bimétallique universelle 1097
LÉVY (R.-G.). — Le régime monétaire et fiduciaire des États-Unis et les principes fondamentaux du billet de banque 1106
RAFFALOVICH. — Les Sociétés de construction en Angleterre et aux États-Unis: services qu'elles ont rendus, crises qu'elles ont traversées. . . 1118
— — La prime de l'or et le coup de Bourse de 1869 à New-York . . . 1128
GUILBAUT (Ad.). — Coup d'œil économique sur la comptabilité publique 1132
BARTHÈS (Dr). — Commentaire de la loi du 15 juillet 1893. — Assistance médicale gratuite dans les campagnes 1137
TURQUAN (V.). — De la durée de la génération virile et féminine 1158
VILFREDO-PARETO. — Théorie mathématique des changes étrangers. 1180
DUMONT (A.). — La civilisation scientifique en France 1191
MALVEZIN. — La réforme ortografique. 1200

Digitized by Google

Boé (Dr F.). — De l'incompatibilité des concours et congrès 1202
Barthès (Dr). — L'hygiène en France. Importance d'une loi sur la santé publique en vue de la sanction à donner à la déclaration obligatoire des maladies contagieuses 1207
Denizet (Dr). — La rougeole en voyage, de Villefranche-sur-Cher à Château-Landon 1211
— — La variole à Château-Landon pendant l'hiver 1893-1894. 1215
Errata 1219
Table analytique 1221
— des matières 1237

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS. — 23494-11-94.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Barê JEL

Dizaines d'années	O D	Janvier	Février	Échelle mobile
1580				
1590	7			
1600	1:	M	V	
1610	3	M	S	
1620	4:	J	D	
1630	6	V	L	
1640	7:	S	M	
1650	2	D	M	
1660	3:	L	J-	
1670	5	M	V	
1680	6:	M	S	
1690	1	J	D	
1700	3	V	L	
1710	5	S	M	
1720	6:	D	M	
1730	1	L	J	
1740	2:	M	V	
1750	4	M	S	
1760	5:	J	D	
1770	7	V	L	
1780	1:	S	M	
1790	3	D	M	
1800	5	L	J	
1810	7	M	V	
1820	1:	M	S	
1830	3	J	D	
1840	4:	V	L	
1850	6	S	M	
1860	7:	D	M	
1870	2	L	J	
1880	3:	M	V	
1890	5	M	S	
1900	7	J	D	
1910	2	V	L	
1920	3:	S	M	
1930	5	D	M	
1940	6:	L	J	
1950	1	M	V	
1960	2:	M	S	
1970	4	J	D	
1980	5:	V	L	
1990	7	S	M	
2000	1:	D	M	
2010	3	L		
2020	4:	M		
2030	6	M		
2040	7:			
2050	2			
2060	3:			
2070	5			
2080	6:			
2090	1			

Échelle mobile (voir au dos).

On découpe l'échelle suivant son rectangle extérieur, puis on plie le papier sur les deux lignes verticales; on obtient alors une languette triple, dont on abat les angles afin que les bouts, ainsi rétrécis, passent plus aisément dans les deux entailles horizontales tracées en haut et en bas de la dernière colonne du calendrier.

E. Morieu, Sc.

Digitized by Google

Digitized by Google

Barè JEL

Dizaines d'années	O D	Janvier	Février	Échelle mobile
1580				
1590	7			
1600	1:	M	V	
1610	3	M	S	
1620	4:	J	D	
1630	6	V	L	
1640	7:	S	M	
1650	2	D	M	
1660	3:	L	J-	
1670	5	M	V	
1680	6:	M	S	
1690	1	J	D	
1700	3	V	L	
1710	5	S	M	
1720	6:	D	M	
1730	1	L	J	
1740	2:	M	V	
1750	4	M	S	
1760	5:	J	D	
1770	7	V	L	
1780	1:	S	M	
1790	3	D	M	
1800	5	L	J	
1810	7	M	V	
1820	1:	M	S	
1830	3	J	D	
1840	4:	V	L	
1850	6	S	M	
1860	7:	D	M	
1870	2	L	J	
1880	3:	M	V	
1890	5	M	S	
1900	7	J	D	
1910	2	V	L	
1920	3:	S	M	
1930	5	D	M	
1940	6:	L	J	
1950	1	M	V	
1960	2:	M	S	
1970	4	J	D	
1980	5:	V	L	
1990	7	S	M	
2000	1:	D	M	
2010	3	L		
2020	4:	M		
2030	6	M		
2040	7:			
2050	2			
2060	3:			
2070	5			
2080	6:			
2090	1			

Échelle mobile (voir au dos).

On découpe l'échelle suivant son rectangle extérieur, puis on plie le papier sur les deux lignes verticales ; on obtient alors une languette triple, dont on abat les angles afin que les bouts, ainsi rétrécis, passent plus aisément dans les deux entailles horizontales tracées en haut et en bas de la dernière colonne du calendrier.

E. Morieu, Sc.

Digitized by Google

-ctéristiques

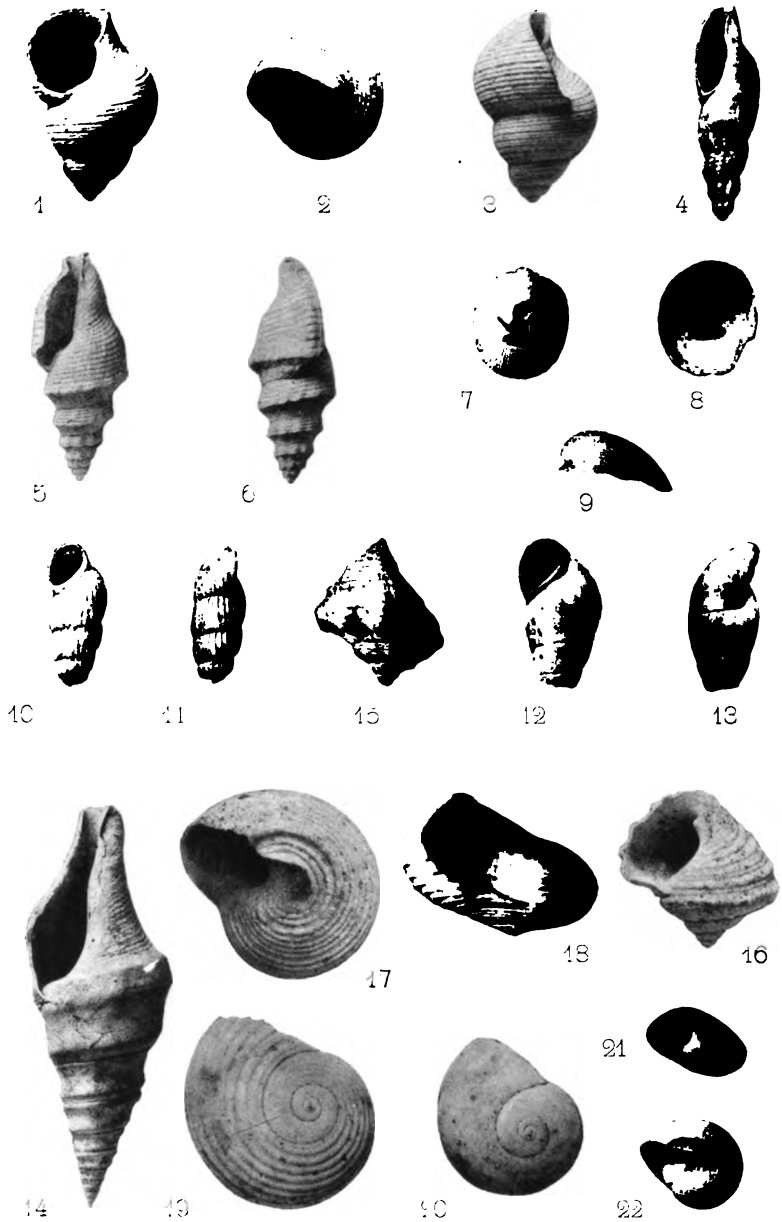
ien).

Siècles de même caractér.[ique] D.	Dizaines d'années	0		1		2		3		4		5		6		7		8		9		
		D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	
0	1 4 0 0	3:	12	2	1	1	21	7	9	5:	29	4	17	3	5	2	25	7:	13	6	2	
et	1 4 1 0	5	22	4	10	2:	30	1	18	7	7	6	27	4:	15	3	4	2	24	1	12	
7 0 0	1 4 2 0	6:	1	5	21	4	9	3	29	1:	17	7	5	6	25	5	13	3:	2	2	22	Charles VII
	1 4 3 0	1	10	7	30	5:	18	4	7	3	27	2	15	7:	4	6	24	5	12	4	1	
	1 4 4 0	2:	21	1	9	7	29	6	17	4:	5	3	25	2	13	1	2	6:	22	5	10	
	1 4 5 0	4	30	3	18	1:	7	7	27	6	15	5	4	3:	24	2	12	1	1	7	21	
	1 4 6 0	5:	9	4	29	3	17	2	5	7:	25	6	13	5	2	4	22	2:	10	1	30	Louis XI
	1 4 7 0	7	18	6	7	4:	27	3	15	2	4	1	24	6:	12	5	1	4	21	3	9	
	1 4 8 0	1:	29	7	17	6	5	5	25	3:	13	2	2	1	22	7	10	5:	30	4	18	Charles VIII
	1 4 9 0	3	7	2	27	7:	15	6	4	5	24	4	12	2:	1	1	21	7	9	6	29	Louis XII
1 0 0	1 5 0 0	4:	17	3	5	2	25	1	13	6:	2	5	22	4	10	3	30	1:	18	7	7	
et	1 5 1 0	6	27	5	15	3:	4	2	24	1	12	7	1	5:	21	4	9	3	29	2	17	François Ier
8 0 0	1 5 2 0	7:	5	6	25	5	13	4	2	2:	22	1	10	7	30	6	18	4:	7	3	27	
	1 5 3 0	2	15	1	4	6:	24	5	12	4	1	3	21	1:	9	7	29	6	17	5	5	
	1 5 4 0	3:	25	2	13	1	2	7	22	5:	10	4	30	3	18	2	7	7:	27	6	15	Henri II
	1 5 5 0	5	4	4	24	2:	12	1	1	7	21	6	9	4:	29	3	17	2	5	1	25	François II
	1 5 6 0	6:	13	5	2	4	22	3	10	1:	30	7	18	6	7	5	27	3:	15	2	4	Charles IX
	1 5 7 0	1	24	7	12	6:	1	4	21	3	9	2	29	7:	17	6	5	5	25	4	13	Henri III
	1 5 8 0	2:	2	1	22	7	10	6	30	4:	18	3	7	2	27	1	15	6:	4	5	24	Henri IV
	1 5 9 0	4	12	3	1	1:	21	7	9	6	29	5	17	3:	5	2	25	1	13	7	2	
2 0 0	1 6 0 0	5:	22	4	10	3	30	2	18	7:	7	6	27	5	15	4	4	2:	24	1	12	
et	1 6 1 0	7	1	6	21	4:	9	3	29	2	17	1	5	6:	25	5	13	4	2	3	22	Louis XIII
9 0 0	1 6 2 0	1:	10	7	30	6	18	5	7	3:	27	2	15	1	4	7	24	5:	12	4	1	
	1 6 3 0	3	21	2	9	7:	29	6	17	5	5	4	25	2:	13	1	2	7	22	6	10	
	1 6 4 0	4:	30	3	18	2	7	1	27	6:	15	5	4	4	24	3	12	1:	1	7	21	Louis XIV
	1 6 5 0	6	9	5	29	3:	17	2	5	1	25	7	13	5:	2	4	22	3	10	2	30	
	1 6 6 0	7:	18	6	7	5	27	4	15	2:	4	1	24	7	12	6	1	4:	21	3	9	
	1 6 7 0	2	29	1	17	6:	5	5	25	4	13	3	2	1:	22	7	10	6	30	5	18	
	1 6 8 0	3:	7	2	27	1	15	7	4	5:	24	4	12	3	1	2	21	7:	9	6	29	
	1 6 9 0	5	17	4	5	2:	25	1	13	7	2	6	22	4:	10	3	30	2	18	1	7	
3 0 0	1 7 0 0	6:	27	5	15	4	4	3	24	1:	12	7	1	6	21	5	9	3:	29	2	17	
et	1 7 1 0	1	5	7	25	5:	13	4	2	3	22	2	10	7:	30	6	18	5	7	4	27	Louis XV
1 0 0 0	1 7 2 0	2:	15	1	4	7	24	6	12	4:	1	3	21	2	9	1	29	6:	17	5	5	
	1 7 3 0	4	25	3	13	1:	2	7	22	6	10	5	30	3:	18	2	7	1	27	7	15	
	1 7 4 0	5:	4	4	24	3	12	2	1	7:	21	6	9	5	29	4	17	2:	5	1	25	
	1 7 5 0	7	13	6	2	4:	22	3	10	2	30	1	18	6:	7	5	27	4	15	3	4	
	1 7 6 0	1:	24	7	12	6	1	5	21	3:	9	2	29	1	17	7	5	5:	25	4	13	
	1 7 7 0	3	2	2	22	7:	10	6	30	5	18	4	7	2:	27	1	15	7	4	6	24	Louis XVI
	1 7 8 0	4:	12	3	1	2	21	1	9	6:	29	5	17	4	5	3	25	1:	13	7	2	
	1 7 9 0	6	22	5	10	3:	30	2	18	1	7	7	27	5:	15	4	4	3	24	2	12	République
4 0 0	1 8 0 0	7:	1	6	21	5	9	4	29	2:	17	1	5	7	25	6	13	4:	2	3	22	Napoléon Ier
et	1 8 1 0	2	10	1	30	6:	18	5	7	4	27	3	15	1:	4	7	24	6	12	5	1	Louis XVIII
1 1 0 0	1 8 2 0	3:	21	2	9	1	29	7	17	5:	5	4	25	3	13	2	2	7:	22	6	10	Charles X
	1 8 3 0	5	30	4	18	2:	7	1	27	7	15	6	4	4:	24	3	12	2	1	1	21	Louis-Philippe
	1 8 4 0	6:	9	5	29	4	17	3	5	1:	25	7	13	6	2	5	22	3:	10	2	30	République
	1 8 5 0	1	18	7	7	5:	27	4	15	3	4	2	24	7:	12	6	1	5	21	4	9	Napoléon III
	1 8 6 0	2:	29	1	17	7	5	6	25	4:	13	3	2	2	22	1	10	6:	30	5	18	
	1 8 7 0	4	7	3	27	1:	15	7	4	6	24	5	12	3:	1	2	21	1	9	7	29	République
	1 8 8 0	5:	17	4	5	3	25	2	13	7:	2	6	22	5	10	4	30	2:	18	1	7	
	1 8 9 0	7	27	6	15	4:	4	3	24	2	12	1	1	6:	21	5	9	4	29	3	17	
5 0 0	1 9 0 0	1:	5	7	25	6	13	5	2	8:	22	2	10	1	30	7	18	5:	7	4	27	
et	1 9 1 0	3	15	2	4	7:	24	6	12	5	1	4	21	2:	9	1	29	7	17	6	5	
1 2 0 0	1 9 2 0	4:	25	3	13	2	2	1	22	6:	10	5	30	4	18	3	7	1:	27	7	15	
	1 9 3 0	6	4	5	24	3:	12	2	1	1	21	7	9	5:	29	4	17	3	5	2	25	
	1 9 4 0	7:	13	6	2	5	22	4	10	2:	30	1	18	7	7	6	27	4:	15	3	4	
	1 9 5 0	2	24	1	12	6:	1	5	21	4	9	3	29	1:	17	7	5	6	25	5	13	
	1 9 6 0	3:	2	2	22	1	10	7	30	5:	18	4	7	3	27	2	15	7:	4	6	24	
	1 9 7 0	5	12	4	1	2:	21	1	9	7	29	6	17	4:	5	3	25	2	13	1	2	
	1 9 8 0	6:	22	5	10	4	30	3	18	1:	7	7	27	6	15	5	4	3:	24	2	12	
	1 9 9 0	1	1	7	21	5:	9	4	29	3	17	2	5	7:	25	6	13	5	2	4	22	
6 0 0	2 0 0 0	2:	10	1	30	7	18	6	7	4:	27	3	15	2	4	1	24	6:	12	5	1	
et	2 0 1 0	4	21	3	9	1:	29	7	17	6	5	5	25	3:	13	2	2	1	22	7	10	
1 3 0 0	2 0 2 0	5:	30	4	18	3	7	2	27	7:	15	6	4	5	24	4	12	2:	1	1	21	
	2 0 3 0	7	9	6	29	4:	17	3	5	2	25	1	13	6:	2	5	22	4	10	3	30	
	2 0 4 0	1:	18	7	7	6	27	5	15	3:	4	2	24	1	12	7	1	5:	21	4	9	
	2 0 5 0	3	29	2	17	7:	5	6	25	5	13	4	2	2:	22	1	10	7	30	6	18	
	2 0 6 0	4:	7	3	27	2	15	1	4	6:	24	5	12	4	1	3	21	1:	9	7	29	
	2 0 7 0	6	17	5	5	3:	25	2	13	1	2	7	22	5:	10	4	30	3	18	2	7	
	2 0 8 0	7:	27	6	15	5	4	4	24	2	12	1	1	7	21	6	9	4:	29	3	17	
	2 0 9 0	2	5	1	25	6:	13	5	2	4	22	3	10	1:	30	7	18	6	7	5	27	

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

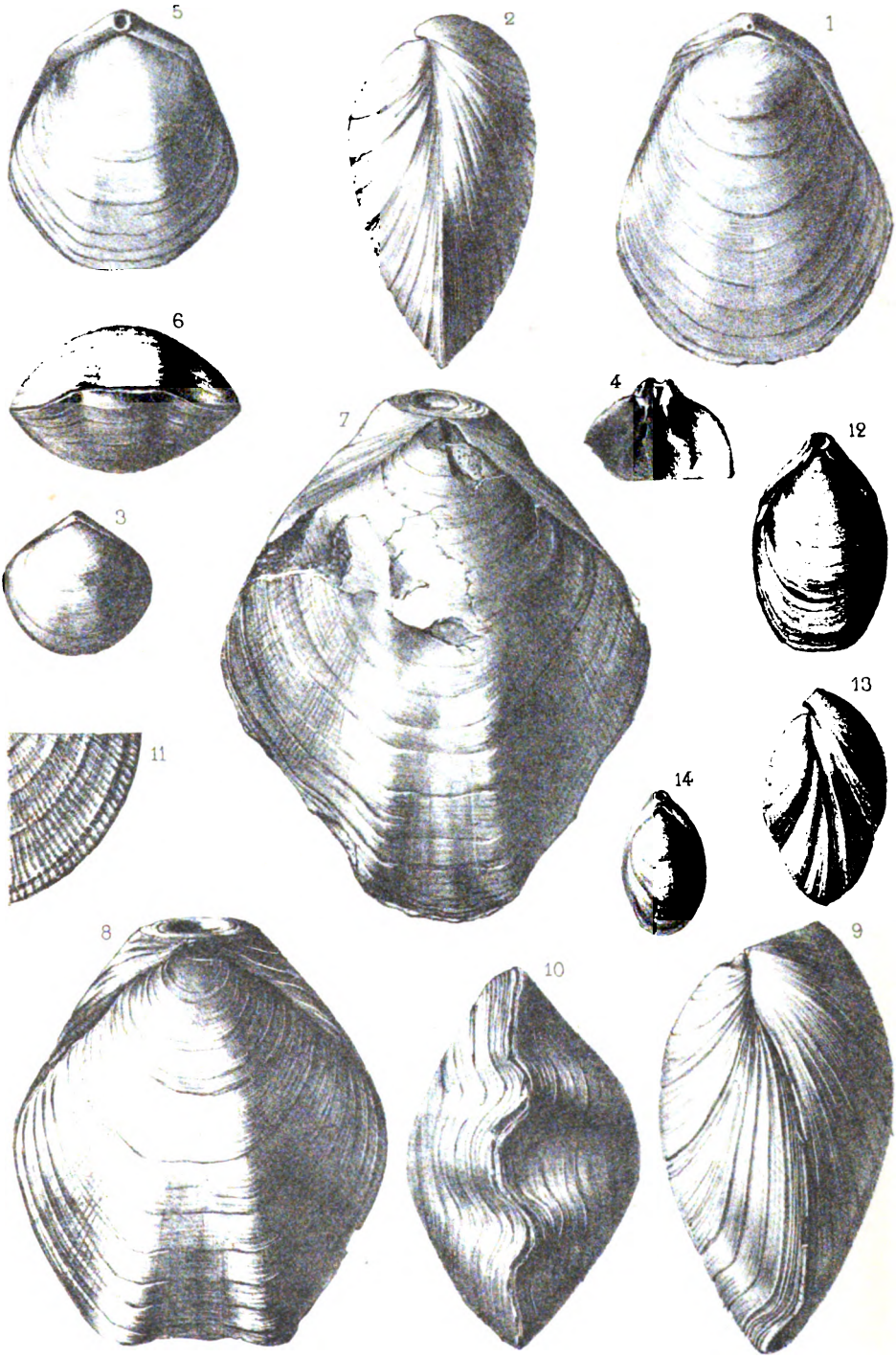


F. Ridel phot. *Sohier et Campy, 33, rue Hallé, Paris*

M. COSSMANN. — ESPÈCES NOUVELLES OU PEU CONNUES DES FALUNS DE BORDEAUX.

Digitized by Google

Digitized by Google

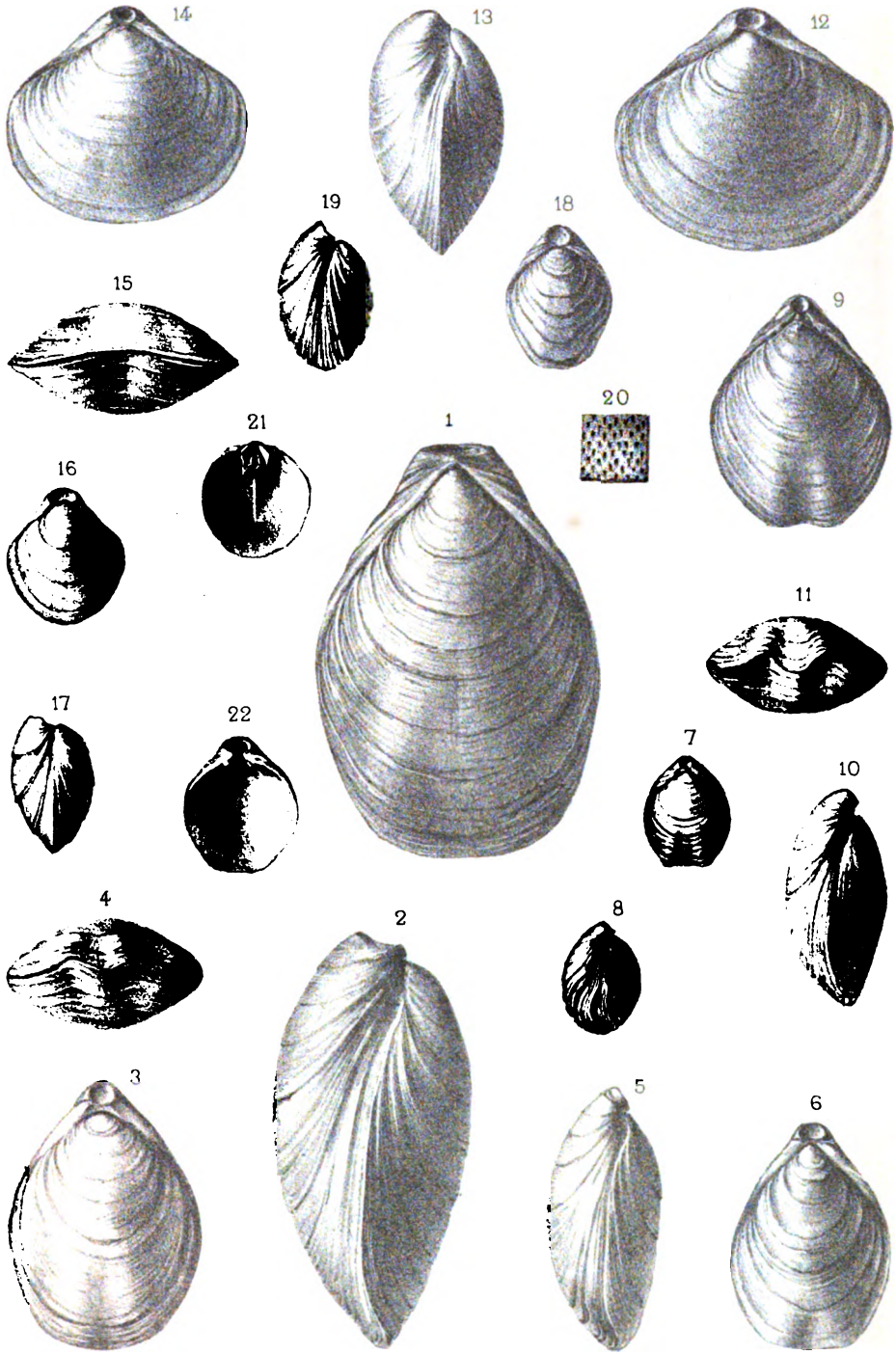


Imp^ie Lemercier, Paris.

M. A. PÉRON. — BRACHIOPODES DU TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DE CIPLY.

Digitized by Google

Digitized by Google



Imp^ies Lemercier, Paris.

M. A. PÉRON — BRACHIOPODES DU TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR DE CIPLY.

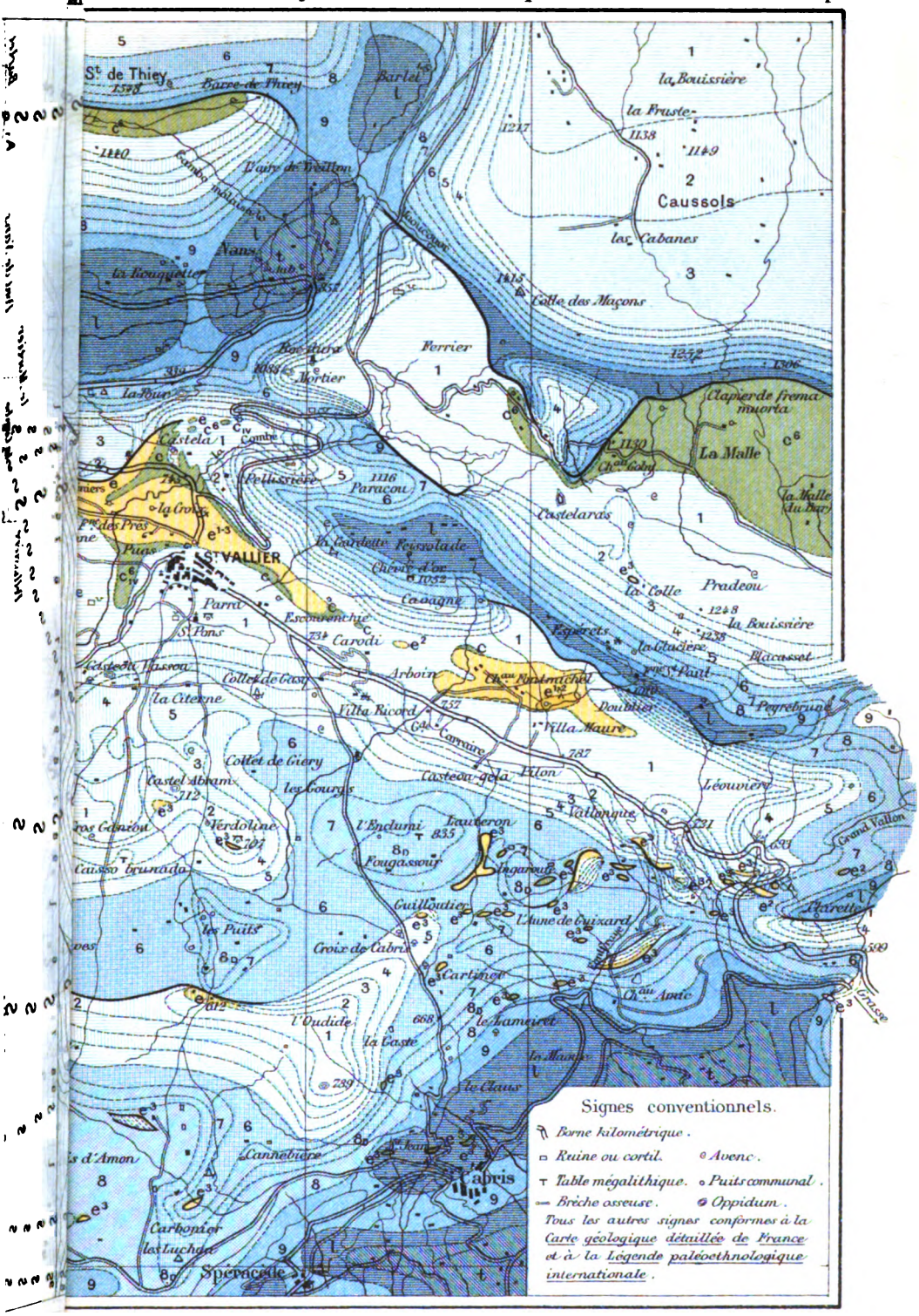
Digitized by Google

Paris. Imp. Dupont

A RÉGION DE ST VALLIER DE THIEY (A. M.)

Digitized by Google

Coupe IV — Coupe V — Coupe VI



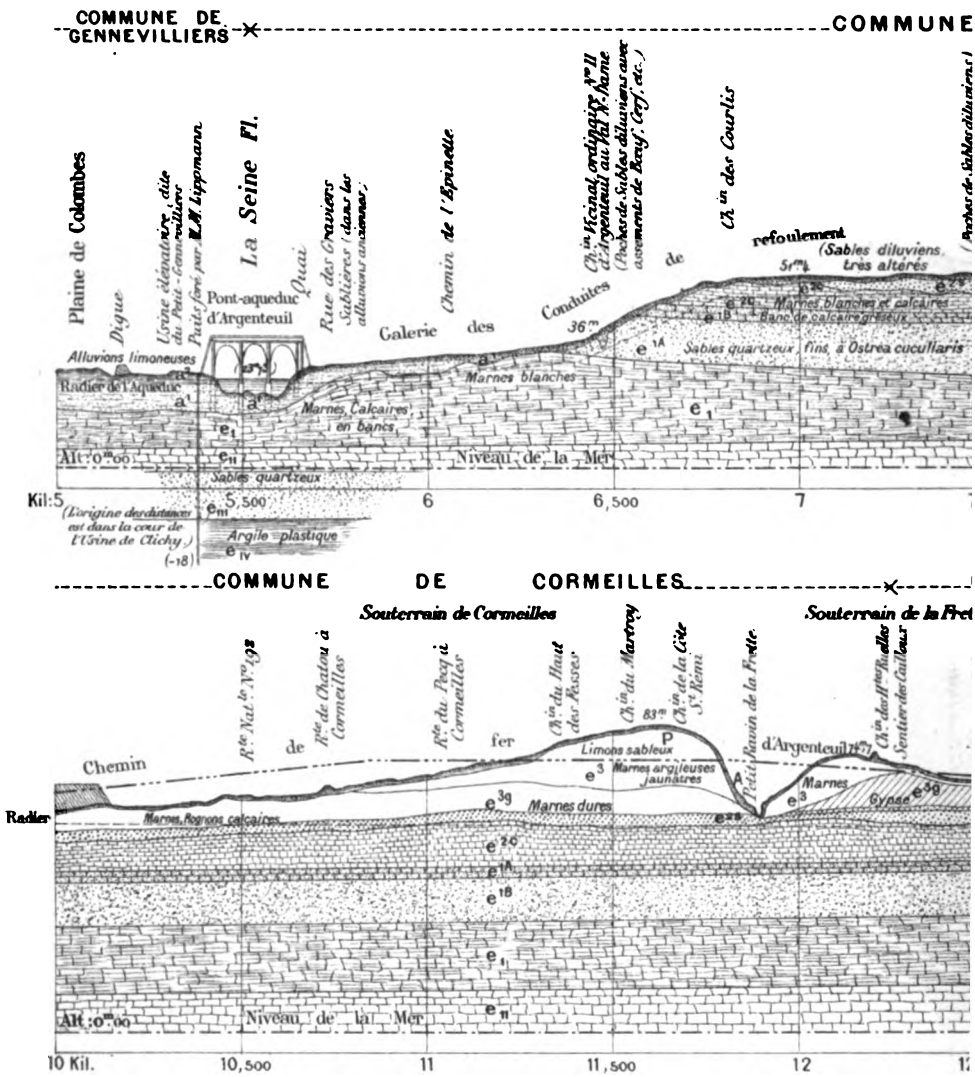
Lith. Dufrénoy, Paris.

JE DE LA RÉGION DE St VALLIER DE THIEY (A.-M.).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



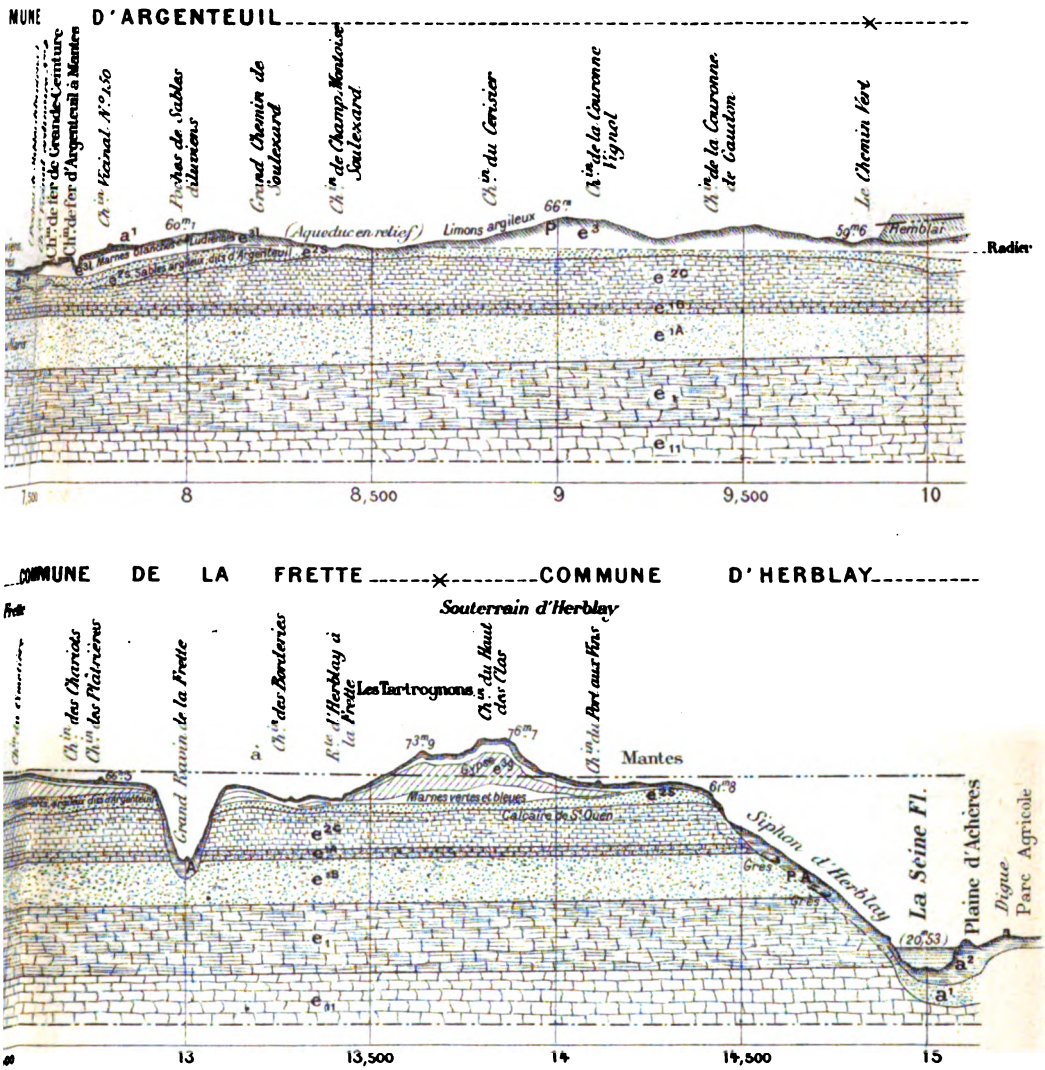
LÉGENDE

GROUPE PLÉISTOCÈNE ou Quaternaire	Alluvions récentes	a^{II}	
	d° anciennes	a^{I}	
	Terre végétale, limons de surface	T.V	
	Dépôts de pentes, limons profonds	P.A	
GROUPE TERTIAIRE Eocène Ludien	Marnes (supérieures aux bancs de gypse)	e^{III}	
	Bancs de gypse	e^{II}	
	Marnes à Pholadomya ludensis	e^{I}	
GROUPE TERTIAIRE Eocène Bartonien	Sables, dits St Ouen		
	Sables parisiens dits "moyens"		
Ludien	Calcaire grossier parisien		

E. Morieu, S.

G. RAMOND — PROFIL GÉOLOGIQUE DE L'AQUEDUC-F

Digitized by Google



GÉOLOGIQUE

"Argenteuil"	e^{2B}
	e^{2C}
...vicules ; Ducy	e^{1A}
...uvers, Beauchamp	e^{1B}
...upérieur (caillasses)	e_1
...oyen (miliolitique) et ...férieur (glauconieux)	e_{11}

GROUPE TERTIAIRE Paléocène Sparnacien Yprésien

Sables nummulitiques du Soissonnais	e_{III}
Argile plastique, lignites et sables	e_{IV}

Échelle des longueurs $\frac{1}{20.000}$

— d° — hauteurs : $\frac{1}{2.000}$

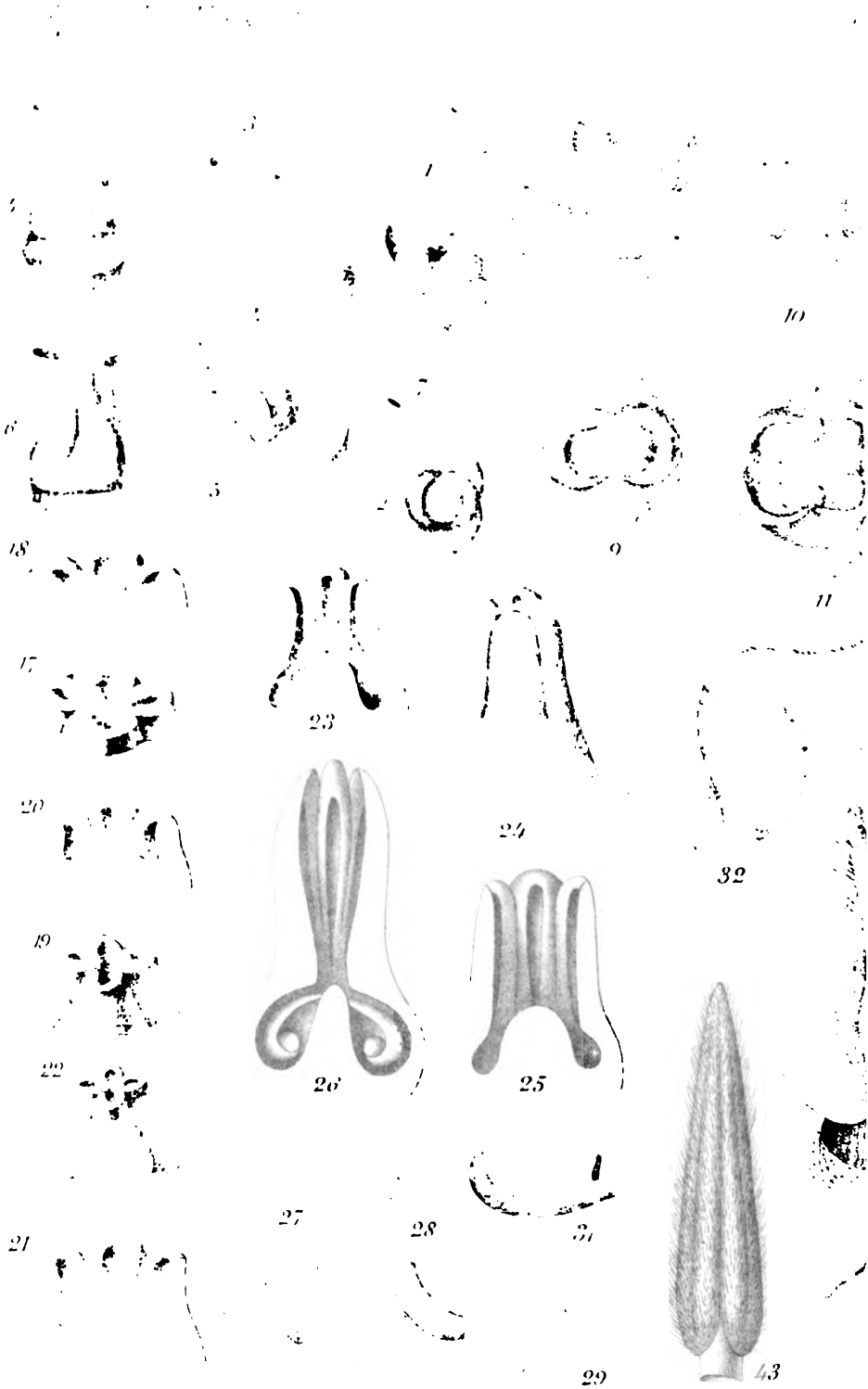
Paris, Imp. Dufrénoy.

...UT DIT D'ACHÈRES, (Section de Colombes à Herblay).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Heim del.

Imp Ed Br

F. HEIM. ORGANOGÉNIE FLORA

Digitized by Google

Paris

Leuba lith

LE DE DIOSPYROS LOTUS.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Heim del. Imp Ed.

E. HEIM. _ ORGANOGÉNIE FLO

Digitized by Google

Paris

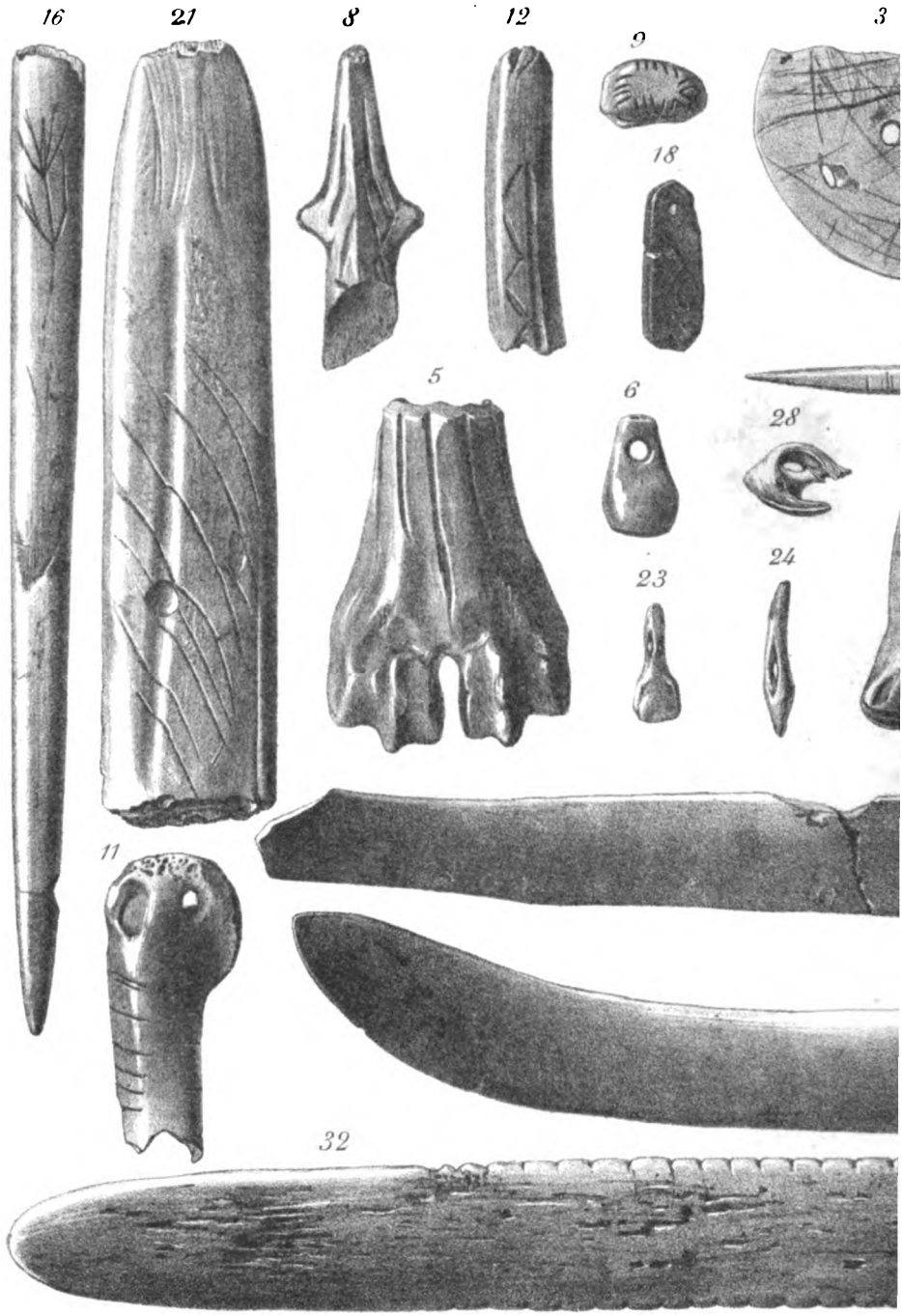
Leuba lith

LE DE DIOSPYROS LOTUS.

Digitized by Google

Digitized by Google

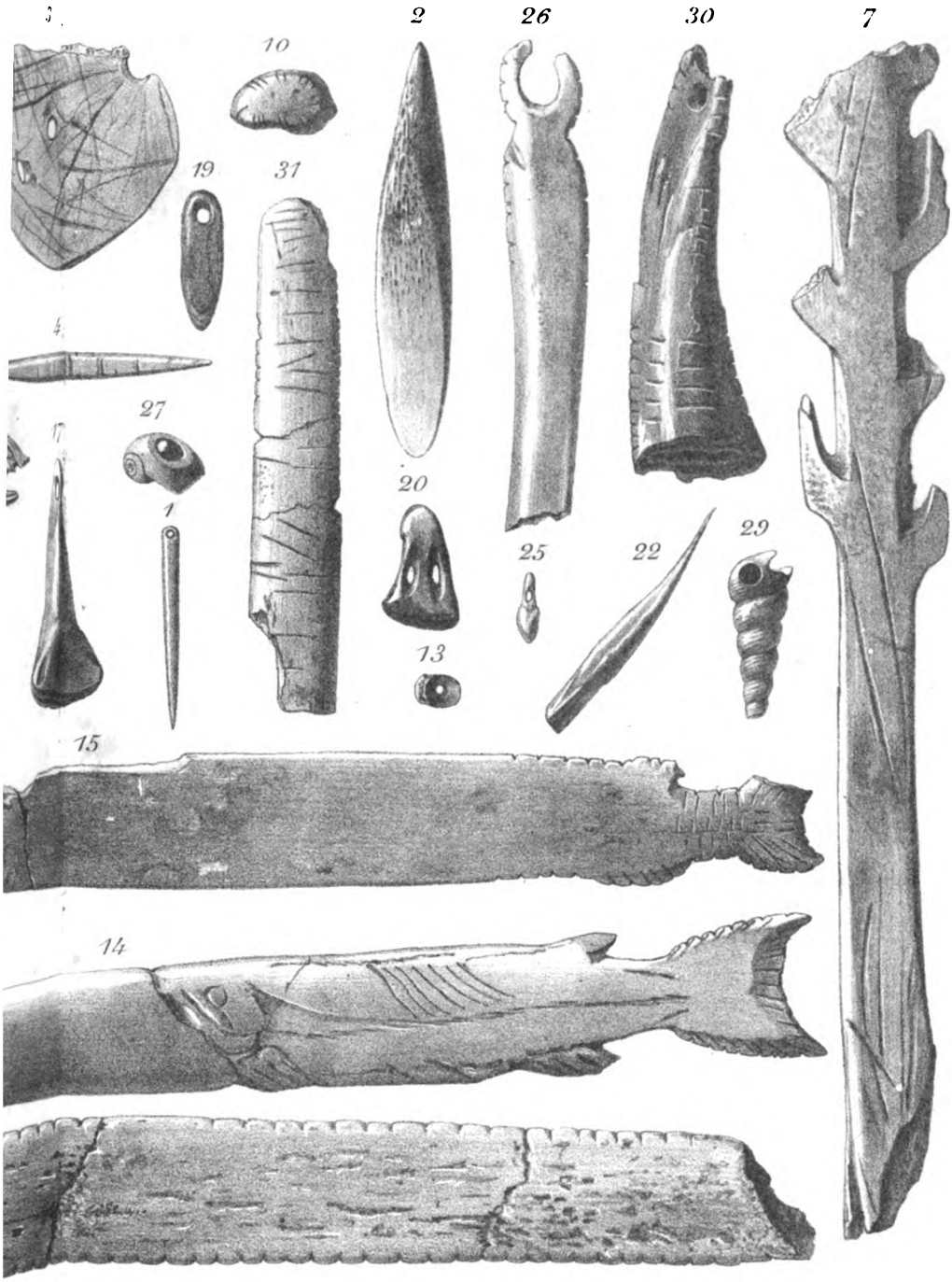
Digitized by Google



Millot del et lith

E. RIVIÈRE.—NOUVELLES RI

Digitized by Google



Imp Ed Bry, Paris

RECHERCHES DANS LA DORDOGNE

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

141
458

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google